

岩石鋇物鋇床学会誌

第 四 十 一 卷 第 五 号

昭和三十二年 十 月 一 日

研 究 報 文

閃亜鉛鋇に伴う Cu-Fe-S 系鋇物の離溶共生(II)	{松宮 隈久 寿紀年
単斜輝石及び斜方輝石の任意断面における消光角について ..	竹 下 寿
黄鉄鋇の研究 I—電解腐蝕.....	鈴木 光 郎
金鋇石に伴う緑泥石について	阿 部 宏
愛媛県周桑郡中川村保井野産及び高知県土佐郡白滝鋇山産 ダトー石について.....	{加兼 藤平 昭 堀 越 憲一郎 倉 持 文 雄
岩石の吸水量比と耐圧強度との関係について	倉 持 文 雄

会 報

總會開催予告, 昭和 33 年度役員改選の件, 会員動静, 投稿規定

抄 録

鋇物学及び結晶学	酸化トリウム, ベリクレス及び金剛石の熱膨脹	外 3 件
岩石学及び火山学	岩漿ガスに於ける化学的平衡	外 3 件
金 属 鋇 床 学	硫黄の同位元素と鋇物共生	外 3 件
石 油 鋇 床 学	石油の産状	外 5 件
参 考 科 学	硝子内に含有されるガス成分の研究	外 2 件

東北大学理学部岩石鋇物鋇床学教室内
日本岩石鋇物鋇床学会

日本岩石鉱物鉱床学会総会開催予告

期 日 昭和 33 年 1 月 18 日 (土) 午後 2 時

場 所 東北大学理学部岩石鉱物鉱床学教室第一講義室

総会に引続き記念講演並びに懇親会を行います。

詳細は本誌第 41 巻 6 号に掲載致します。

昭和 32 年 10 月

行 事 委 員 会

昭和 33 年度日本岩石鉱物鉱床学会役員改選について

- 1) 昭和 33 年度本会役員の改選について本号に投票用紙を同封いたします。

締切期日 昭和 32 年 12 月 31 日

- 2) 投票に当つては、投票用紙記載の注意事項を御熟読下さい。

会員動静 〔転居及び転勤〕 横山 鼎 (松江市島根大学文理学部地学教室), 宮久三 千年 (愛媛大学文理学部地学教室), 大友 惇 (東北大学工学部鉱山工学科), 大橋 一 隆 (桐生市東町 812 県立桐生女子高校), 金尾 直 敬 (愛媛県伊予三島市金砂町 佐々連鉱業所鉱務課), 佐藤 恭 (岩手県江刺郡江刺町赤金鉱業所), 豊田 英 義 (広島大学教養部地学教室), 中東 策 (岩手県江刺郡江刺町赤金鉱業所), 谷 竜 治 (秋田県北秋田郡花矢町同和鉱業花岡鉱業所), 武中 俊 三 (東京都千代田区平河町原子燃料公社開発部技術課), 岩崎 健 (東京都杉並区西荻窪 1 の 20 満国富美方), 松本 征 夫 (福岡市草ヶ江本町 1 丁目), 本山 一 彦 (島根県大田市五十猛町日満鉱業石見石膏鉱業所), 広渡 文 利 (東京都新宿区地質調査所東京分室), 小林 勇 (東京都新宿区地質調査所東京分室), 藤原 哲 夫 (札幌市中島公園北海道地下資源調査所), 佐藤 明 男 (宮城県気仙沼市八日町 88 気仙沼商工会議所内), 瀬戸 正 雄 (神奈川県足柄上郡北町山北 1, 766), 桑原 寛 (岐阜県吉城郡神岡町三井金属神岡鉱業所), 太田 勇 (新潟県北蒲原郡築地村日本鉱業中条油田探鉱所), 玉木 貴 裕 (東京都中野区鷺の宮 1 の 229)

投稿規定 投稿者は次の点に注意して下さい。

1. 論文は和文原著とし、原稿用紙に横書、常用漢字を用い、図及び表を含めて刷上り 10 頁 (7.5 ポイント活字) で以内とする。
2. 図は白紙又は青色印刷の方眼紙に墨又は墨色インクで大きく書き、 $\frac{1}{2}$ 又は $\frac{1}{3}$ などに縮図するに適するように文字や記号を大きく書くこと。図の数は出来るだけ少なくすること。
3. 引用文献は脚註として頁毎にその下に附記すること (著者、掲載誌又は単行書名、巻、頁、年)。
4. 英文要約を附する場合には完全な英文とし、之をタイプライトすること。
5. 別刷は部数を原稿に指示すること。但し費用は著者の自弁とする。
6. 投稿論文は受け順に印刷するが、本誌の発行が隔月である為、なるべく内容に種々のものを入れたいので、必ずしもこの順に依らない場合がある。

研 究 報 文

閃亜鉛鉱に伴う Cu-Fe-S 系鉱物の離溶共生 (II)

Exsolution intergrowths of the marmatite and the Cu-Fe-S
system minerals from Kyushyu (II)

松 隈 寿 紀 (Toshinori Matsukuma)*

宮 久 三 千 年 (Michitoshi Miyahisa)**

閃 亜 鉛 鉱 の 共 生 関 係

尾平式鉱床の硫化鉱物の種類は非常に多いが、閃亜鉛鉱の晶出時期はこれらの中で比較的早期に属し、その時代には磁硫鉄鉱、黄銅鉱が最も密接に相伴つて沈澱し、多くはS鉱物が複雑に混在する塊状鉱石をなす。その副成分として一般に自然蒼鉛、輝蒼鉛鉱等のBi-鉱物が随伴し(尾平銅砒脈、勇力鶴、松尾等)、時に自然金、クラブロート鉱、テルル蒼鉛鉱が(松尾)、或いはウイチヘン鉱(?)が(勇力鶴)生ずることがある。これらの晶出時期は磁硫鉄鉱、黄銅鉱とは同時に閃亜鉛鉱より僅かに遅れるものと考えられる。

次いで方鉛鉱の時代に移り、Pb-Sbの硫塩鉱物、輝安鉱の低温性鉱物の時期となる。

錫の一部は黄錫鉱と同時に或いは方鉛鉱期に間に沈澱するものと思われ、閃亜鉛鉱に対して紐状、湾状等の細粒として一見離溶構造に似た著しい交代組織を示し(土呂久、尾平銅砒脈、豊栄等)、或いは細粒状をなして閃亜鉛鉱中に包有されることが多い(勇力鶴、新木浦等)。

このように閃亜鉛鉱は硫化物の鉱化作用の早期に鉄を主体とする鉱物の時代に晶出するが、塊状黄銅鉱にはその離溶生成物として星状、骸晶状のZinkblendesternchenと共に蠕虫状、紐状ヴァレリー-鉱微小体を包有することがある(尾平銅砒脈)¹⁾。Cu-Fe-S系鉱物の離溶する閃亜鉛鉱は概ね鉱石中に比較的多量に磁硫鉄鉱を含み、黄銅鉱が存在することが必要で、両者に乏しい時はその量が少い傾向がある。又両鉱物は離溶生成物を除いて閃亜鉛鉱より後期の晶出によるため、脈状に閃亜鉛鉱を横切り或いは紐状、斑点状に鉱染することも少くない。これがため離溶生成物としてのそれらと識別困難ことが多い。

Cu-Fe-S系鉱物の離溶の認められない粒と存在する粒とに分けて、それぞれの黄銅鉱粒の大きさを測定した結果を第6図に示したが、存在する粒は特にある粒度に集中し、粒度分布が比較的限られた範囲内にある。含まぬ粒はその大きさがより不均等に分布し、よ

* 九州大学工学部採鉱学教室

** 愛媛大学文理学部地学教室

1) 宮久三千年：九州鉱，22，149～161，1954.

り粗大である。後者中に離溶による黄銅鉱粒も存在するはずであるから、少くも離溶組織を有する粒の分布範囲をこえる粗粒は後期鉱物として閃亜鉛鉱中に鉱染したと解することができる。これに伴い Bi-鉱物、黄錫鉱等の同様な存在も当然多く認められる。

閃亜鉛鉱の離溶構造

閃亜鉛鉱より 1 次的に分裂した (1 段) 離溶生成物である磁硫鉄鉱、黄銅鉱の形状、

第 1 表 各鉱床にみられる

花 崗 岩 類		尾						
鉱 床 名		三菱尾平銅砒脈	三菱尾平大炊鉱床	蔵内尾平一ノ鉱床	豊栄九折鉱床	豊栄勇ヶ鶴鉱床	新木浦大谷鉱床	登尾中野内鉱床
鉱 床 の 型 式		鉱脈	接触交代	接触交代	接触交代	鉱脈	接触交代	鉄脈
黄銅鉱斑点の大きさ	平均粒度 μ	2 ~ 10	2 ~ 50	2 ~ 10	2 ~ 15	2 ~ 4	5 ~ 80	2 ~ 6
	最大粒 μ	15	60 10 × 200	20 × 10	30	12 × 4	200 × 70	20
組 織 の 分 類 型 式		新城	新木浦	新城	新城	新城	新木浦	新城
磁 硫 鉄 鉱		少	多	や多	多	少	多	少
黄銅鉱—磁硫鉄鉱 離 溶 組 織		×	×	×	×	×	少	×
黄銅鉱—キューバ鉱 "		×	多	×	×	×	○	×
黄銅鉱—ヴァレリー鉱 "		○	多	○	少	少	多	○
斑銅鉱—黄銅鉱 "		○	×	○	○	○	×	○
ヴァレリー鉱 (相対的の量)	微文象状		多	×	多	×	多	○
	不規則形		少	○	○	○	○	○
ヴァレリー鉱(v): 斑銅鉱(b)の量比				b < v	b > v	b > v		b > v
備 考		黄錫鉱多			黄錫鉱多			

大きさ、量との離溶組織は産地によつてかなり明瞭な差が存在する。その代表的構造の例として次の4種をあげることができる。

三菱尾平大吹鋪 最も代表的な離溶組織は尾平鉍山大吹鋪にみられる。閃亜鉛鉍中には後期鉍物に乏しく、その劈開等の結晶学的方位、結晶境界に沿ひ網目状に磁硫鉄鉍のやゝ粗粒な斑点が配列し、その中間の部分に局部的に疎又は密に細粒黄銅鉍斑点が群がり規則

鉍物共生状態

平					小丸川		紫尾山	錫山	高隈山
登尾 長谷 鉍床	土 呂 久	萱 野	見立 大吹 鉍床	見立 見立 本鋪	松 尾	富 高	出 水	西 錫 山	新 城
鉍 脈	接 触 交 代	接 触 交 代	接 触 交 代	鉍脈 接 触 交 代	鉍 脈	鉍 脈	鉍 脈	鉍脈 網脈 鉍床	鉍 脈
0.5 ~ 2	4 ~ 10	4 ~ 20	10 ~ 70	2 ~ 15	4 ~ 60	2 ~ 8	?	5 ~ 16	2 ~ 12
14	20×50 12×90	60	100	40×30	80	20	?	20	17×10
新 城	新 城	松 尾	松 尾	新 城	松 尾	西 錫 山	?	西 錫 山	新 城
稀	稀	少	多	甚 多	甚 多	甚 多	?	甚 多	少
×	×	稀	○	×	稀	×	?	×	×
×	稀	○	○	×	少	×	?	×	×
○	○	○	多	○	多	○	○	○	少
○	×	×	×	○	少	多	?	多	少
?	○	×	○	○	○	×	?	×	少?
?	○	○	多	多	○	○	?	○	○
				b<v	b≤v	b>v		b>v	
	黄 錫 鉍 多						詳 細 不 明		

第6図 黄銅鉱粒の粒度分布図



A 新木浦 B 見立大吹

1 Cu-Fe-S系鉱物を含む黄銅鉱粒
2 黄銅鉱のみの粒

硫鉄鉱，黄銅鉱が乏しく，離溶鉱物も甚だしく少量にして微少である。粒径は $2\sim 12\mu$ で最大 $9\times 17\mu$ である，極めて疎らに散在するにすぎない。粒の形状は微細粒では滴状であるが，粗いものでは閃亜鉛鉱に対して凹面を以て接する完全に他形不規則である。

以上の4鉱山を代表として閃亜鉛鉱の離溶構造を新木浦，松尾，西錫山，新城型の4種に分類することができ，その他のものは比較的明瞭にこれらに包括することができる。即ち

新木浦型 比較的粗粒（粒径 20μ 以上）の黄銅鉱粒を多数包有し（ 20μ 以下も少ない），多角形，長方形時に紐状粒のものが規則的配列をなす。例，新木浦，尾平大炊鋪，

松尾型 粗粒の黄銅鉱粒を多数包有し，前者に等しい形状をなすが，配列はやゝ不規則である。例，松尾，見立大吹，中野内，萱野。

西錫山型 細粒（ 20μ 以下）にして粒度はほぼ一定する黄銅鉱粒よりなる。滴状，蠕虫状が極めて多数規則的に密集し，磁硫鉄鉱が多量に離溶する。例，西錫山，富高。

的配列をなす。粒の大半は長短径の差の小さい多角粒状をなし，粒度は $4\sim 50\mu$ が最も多い黄銅鉱の群落においても磁硫鉄鉱の配列方向，その他の定方向に平行してほぼ一定の粒度のものが集り帯状配列をなすことが多い。一部には磁硫鉄鉱の如く紐状，長方状の粗大な粒が直線的に配列し，キューバ鉱の多くはこの黄銅鉱粒中に包有されている。

松尾鉱山 本鉱石は磁硫鉄鉱を主とし少量の黄銅鉱，閃亜鉛鉱を伴うために閃亜鉛鉱中には離溶鉱物以外の磁硫鉄鉱，黄銅鉱の後期鉱物にとみ，Bi-鉱物の鉱染も少くないので尾平鉱山に比して配列状態は甚だ不規則である。離溶鉱物は 20μ 以上の粗粒が多く，大部分は多角形でその量も多い。

西錫山鉱山 本鉱石も磁硫鉄鉱を主とする鉱石で，閃亜鉛鉱中には尾平大炊鋪と同じくやゝ粗い磁硫鉄鉱粒が網目状を呈しそれによって囲まれた内部に細粒黄銅鉱が群集する。粒の形状は虫状，滴状，連珠状にして $2\sim 15\mu$ の細粒が圧倒的に多く細粒型と称するものである。定方向に沿う配列より，網目の中の一部に密集し，細胞中の核のような集合形を有するのを特徴とする。後期鉱物は少い。

新城鉱山 以上の例では離溶生成物の量が多いが，新城鉱山では鉱石自体に磁

新城型 細粒にして形状不定の少量の黄銅鉱を包有し、磁硫鉄鉱の離溶も乏しい。例、新城、九折、勇力嶺、土呂久、尾平銅砒脈、蔵内尾平、長谷、見立本鍾。

しかし各型式相互の間には明瞭な線を劃することは困難で、漸移的なものも少ない。中野内は粒度 20μ に及ぶ粒が最大であるが配列、粒形は細粒質の型とは著しく異り、土呂久は粒度はむしろ粗粒に近いが離溶生成物の形態は全く不定形で新城型と見なされる。

閃亜鉛鉱の離溶生成物として Cu-Fe-S 系鉱物の離溶組織を有するもの以外に、極めて繊細な塵状、懸滴状黄銅鉱（長径 1μ 内外）の格子状組織が一部に存在することがあるが、その中には離溶組織を知ることはできない。

離 溶 組 織 と 鉱 床 の 関 係

上述の離溶生成物は著しく粗粒のものより新城、西錫山等の細粒に至るまで種々の粒度を示す。微細粒の黄銅鉱中に斑銅鉱、ヴァレリー鉱を識別する事は比較的容易であるがキューバ鉱の存在を確かめることは甚だ困難である。しかし極めて注意深い観察の結果では産地の違いによつて包有されている離溶共生体の種類とその量が異なることを明らかにし得た。鉱床中に如何なる種類の共生体が存在するかを第 1 表に一括表示した。その結果ヴァレリー鉱に多少の差はあるが殆どすべての鉱床に最も普遍的に発見された。従来ヴァレリー鉱は産出極めて稀であると考えられたが、黄銅鉱の離溶によつて容易に生ずることが明らかになった。これに対してむしろキューバ鉱の産出は極めて一部に限られ、尾平大炊鋪、新木浦に特に多く（他のキューバ鉱の産出に比較して）、その他見立大炊、萱野等の接触交代鉱等床に産する。鉱脈型の鉱床では松尾にのみ少量産するにすぎない。これらの鉱床はいずれも磁硫鉄鉱に富み、閃亜鉛鉱の離溶構造は粗粒型に属する鉱石である。新城型には通常キューバ鉱を伴わず、同型と松尾型との漸移の状態を示す土呂久鉱石にのみ極めて稀に認められる。

斑銅鉱共生体の存在はキューバ鉱の共生体のない場合に良好に発達する。両共生体を有するのは松尾鉱石のみで、キューバ鉱、斑銅鉱共に少い。細粒質の新城、西錫山型鉱石中にはヴァレリー鉱共生体より斑銅鉱共生体が圧倒的多量に存在することが多い。西錫山、富高ではこの関係が甚だ鮮明であり、新城型においても九折、勇力嶺、中野内の斑銅鉱は量的にヴァレリー鉱に優り、蔵内尾平見立本鍾の如く斑銅鉱が劣勢であつてもその差は余り著しくない。

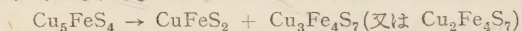
磁硫鉄鉱は閃亜鉛鉱の一段離溶生成物として豊富に存在し、黄銅鉱粒に接する場合も少くはないが、黄銅鉱—磁硫鉄鉱の離溶共生体（2 段離溶）と考えられる存在は稀で、見立大炊にのみ良好に発達し、新木浦、松尾、萱野の粗粒型にしばしば発見されるにすぎず、細粒型には全く存在しないようである。

成 因 的 考 察

a. 斑銅鉱—黄銅鉱、黄銅鉱—ヴァレリー鉱共生体相互の関係 既述のような両共生体の組織に著しい類似性を有することは前者の斑銅鉱から後者の黄銅鉱—ヴァレリー鉱微文象状組織への変移を考えざるをえない。即ち前者の斑銅鉱—黄銅鉱格子状共生体中、黄銅鉱はそのまゝ残存するが、斑銅鉱の部分は先ず第一に *moiré appearance* の繊細なヴァレリー鉱と黄銅鉱の集合体となり、次いで明らかにヴァレリー鉱と認められる微粒状をなすに至り微文象組織が鮮明となる。この変移の第一段階に達したとき組織は明らか

であるが、モヤモヤのヴァレリー鈹が広く発達し、その粒全体を覆っているが、モヤモヤの状態はヴァレリー鈹生成初期に極めて微細で、漸次局部的に集合して生長する。その移動が不完全であるとき原組織の格子は明瞭に残存し、ヴァレリー鈹は細粒である。更に移動が進行すれば原組織は次第に破壊されて原組織の黄銅鈹部分にも、ヴァレリー鈹を生じ、不規則な形態と共に肥厚するに至ると解することができる。

この組織中の各鈹物の化学成分がその分子式で表わされているものに一致するならば、その変移は次の如く示される。



斑銅鈹 黄銅鈹 ヴァレリー鈹

この変化を満足させるためには斑銅鈹が著しく Fe に富むか、またはその変移の間に Fe の供給を受けるかのいずれかでなければならない。斑銅鈹が黄銅鈹分子或いは FeS 成分に富むとしても上式の変移を満足させる程に Fe に富むと解することは困難であり、又後者の場合周囲の Fe に富む閃亜鉛鈹の離溶粒との間に Fe の供給による反応が行われると考えるならば、一部の例にみるように非常に供給し易い状態にあるにも拘らず極めて接近する離溶粒又は同一粒中に斑銅鈹とヴァレリー鈹とが発達する不均等な共生体の存在を説明し難いが、少く共ヴァレリー鈹の生成に閃亜鉛鈹の存在が重要な役割を果すことは考えられる。

以上の生成過程が成立するならばヴァレリー鈹は斑銅鈹の分解作用によつて生じたもので、一見離溶組織と考えられる共生体は分解によつて生じた極微細粒ヴァレリー鈹の移動集積であり、これがためには Fe を供給する閃亜鉛鈹の存在を必要とし、斑銅鈹と閃亜鉛鈹の反応生成物として生じたと論ずることができる。

斑銅鈹の加熱によつてその中に超顕微鏡的な黄銅鈹が移動集積して斑銅鈹—黄銅鈹格子の形成することが実験的に論ぜられたが¹⁾、ヴァレリー鈹の集積のためには加熱が行われたと解することは困難である。むしろ冷却とゆう通常の経過を考えることによつて説明することが容易である。斑銅鈹—黄銅鈹格子は萱木²⁾により 200°C 前後で生ずる実験が行われた。ヴァレリー鈹はそれ以下の温度において生成されると考えられる。

Borchert は 225°C と推定したが実験的には不明である。

斑銅鈹が冷却によつてヴァレリー鈹を生ずる温度に達したとき、その条件を長く保持する状態にあつたならば前述のヴァレリー鈹生成の方向に進行し、ヴァレリー鈹は肥厚して不規則形となる。冷却が急速であるならばヴァレリー鈹を分離するに至らず斑銅鈹のまま残存する。即ち冷却の温度勾配の緩急によつてその差を生じるのである。

新木浦、松尾型の粗粒状離溶は本来徐冷によつて発達する結果であり、これに対応して斑銅鈹の分解も十分にヴァレリー鈹の生成に進展し、新城、西錫山型は閃亜鉛鈹そのものも急冷によつて細粒質組織を生ずると共に斑銅鈹を保存する結果になつたと解される。

b. 閃亜鉛鈹と斑銅鈹の関係 閃亜鉛鈹の離溶生成物としての黄銅鈹、磁硫鉄鈹の存在はきわめて衆知の事実であるが、以上によつて斑銅鈹の離溶が明らかになつた。粗粒型においては黄銅鈹単独よりなる粒（その一部は後期生成物）も少なく、果して最初からす

1) 中野平：地質，54，184，1948.

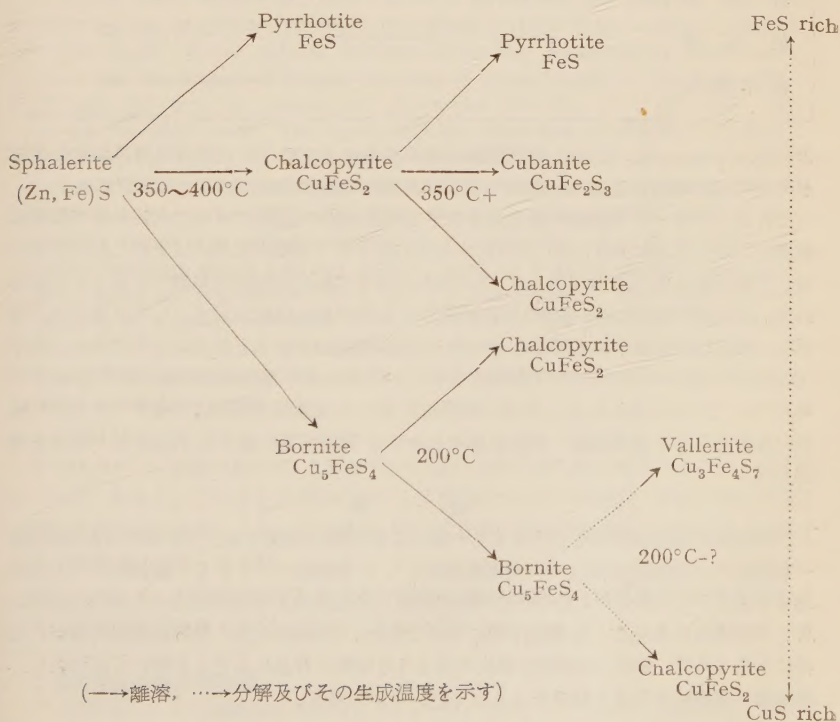
2) 萱木浅彦：岩鈹，33，85~91，109~118，1949.

べて斑銅鉱として離溶したか否かについては明らかでないが、西錫山型の如く大半が斑銅鉱に占められていることより斑銅鉱を離溶することは明らかである。その成因的考察には言及することができないが、黄銅鉱の離溶と同等の温度で離溶し、このような環境では不安定な存在であるといえる。

c. キューバ鉱について キューバ鉱は CuFe_2S_3 なる化学成分を有し、黄銅鉱、ヴァレリー鉱に比較して FeS 成分がより多い。これがためにキューバ鉱共生体とヴァレリー鉱共生体とが同一粒中に産することは稀で、尾平大炊鋪の如く全く両者異なる形態を示す。見立大吹では同一粒中に共生体が存在するがキューバ鉱はヴァレリー鉱に先立ち分裂し、離溶磁硫鉄鉱粒を包囲することよりその後の分裂と考えられる。萱木・山江¹⁾は黄銅鉱の磁硫鉄鉱離溶は $350^\circ\text{C}+$ とし、キューバ鉱離溶を 350°C と提唱したが、本観察は離溶温度についてよく合致するといふことができる。

d. 鉱床と離溶組織 以上を総括すれば閃亜鉛鉱の離溶組織は次のような関係式を以て説明することができ、従来の実験的データによく一致することが確められる。

第 2 表 鉄閃亜鉛鉱の離溶による Cu-Fe-S 系鉱物の生成

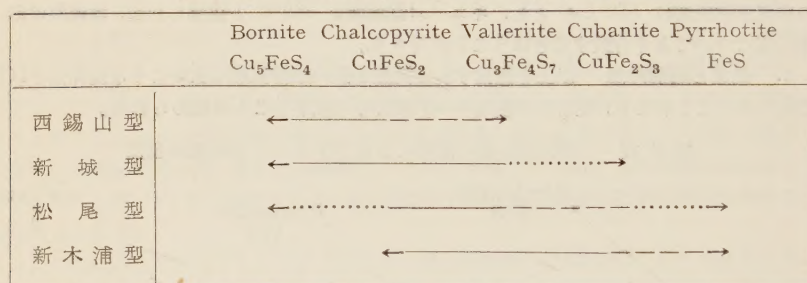


1) 萱木浅彦・山江徳載：地質，58，247，1952.

離溶組織はキューバ鉱を生ずべき Fe に富む方向と、斑銅鉱よりヴァレリー一鉱の生成に向う Cu に富む方向が存在し、顕微鏡下の共生関係は閃亜鉛鉱より生じた 1 段離溶生成物の各々によつて独立した方向に進化すると考えられる。しかし各鉱床中の共生鉱物の関係を総括すれば次の関係が成立する。

鉱物の化学成分によつて FeS を末端とし、CuS に富む鉱物の順に配列するとき鉱物の組合せは閃亜鉛鉱の離溶構造、即ち粒度、形状、分布状態、量などに深い関係が認められる。細粒質の西錫山、新城型には著しい斑銅鉱の生成とキューバ鉱の欠除によつて特徴付けられ、第 3 表の Cu に富む系列の優位を示し、粗粒質の松尾、新木浦型には斑銅鉱

第 7 図 各型における Cu-Fe-S 系鉱物の消長



の欠除とキューバ鉱、ときに磁硫鉄鉱の離溶共生によつて Fe に富む系列の顕著な存在が特質で離溶共生は互に化学組成の近似する特定の鉱物共生体によつて成立する。

これら Cu-Fe-S 系鉱物の共生体を有する閃亜鉛鉱の産出はすべて九州外帯の尾平式鉱床についてのみ取上げたが、九州内帯の亜鉛鉱を伴う深熱水鉱床にはまだこれに対応する、閃亜鉛鉱は発見されておらず、この共生が尾平式鉱床の特徴的組織ではないかと思われる。長崎県対馬の本邦有数の亜鉛鉱床である対州鉱山は鉱床型式としては尾平式に類似し、黒色閃亜鉛鉱中には同様な Cu-Fe-S 系鉱物共生体をみとめることができる。尾平式鉱床が一種の xenothermal 鉱床とされていることより離溶組織の生成条件を左右するのではないかと思われる。試みに研磨面を検した兵庫県中瀬鉱山の金アンチモニー鉱床の高温部を示す磁硫鉄鉱-閃亜鉛鉱々石中には西錫山型に属する閃亜鉛鉱の離溶を確認した。

結 論

閃亜鉛鉱の離溶生成物として少くも一部には斑銅鉱の生成することが確められ、斑銅鉱-黄銅鉱の 2 段離溶組織とその分解集積物として黄銅鉱-ヴァレリー一鉱共生体の生成過程を予測することができ、又その他の離溶組織と共生鉱物より鉱床生成の化学的物理的条件との関連性があることを推測することができた。本研究は主に反射顕微鏡的観察の結果によるもので、今後この問題を解決するような実験の行われることを望むものであり、鉱床学的事実に基きその観察をより広く行いたいと思う。

本研究を行うに当つて御指導を頂いた九州大学工学部木下亀城教授に深く感謝申上げる。尚、研究に要した費用の一部は文部省科学研究費によつた事を記し、謝意を表す。

単斜，斜方両輝石の任意断面における消光角 $c \wedge Z'$ について

On extinction angles $c \wedge Z'$ of monoclinic and rhombic pyroxenes in random sections

竹 下 寿 (Hisasi Takesita)*

Abstract : In the orthoscopic observation, we usually observe pyroxenes at random orientation, and therefore, we get extinction angles measured on that random section. Calculation of an extinction angle on a given section is necessary, if we observe statistically arbitrary extinction angles of numerous pyroxenes, especially in groundmass of volcanic rocks, in which both monoclinic and rhombic pyroxenes are present. General formulas for an extinction angle on a given section of pyroxenes are given in this paper. Some optical features commonly described in many textbooks can be explained as special cases of these formulas. Formulas (1), (2) and (3) are for monoclinic pyroxenes ($b=Y$), (1), (5) and (6) are for rhombic ones. The symbols used here are as follows : $c \wedge Z = \delta$, $c \wedge Z' = \varphi$, θ_x , θ_y , θ_z , are the angles between a normal to a given section and X-, Y-, and Z-axes respectively. If the normal to a given section is plotted on the axial plane ZX, then the angle between this plotted line and the c-axis is ρ , which corresponds to longitude. Also if we plot two angles between c-axis and two optical axes on a given section, then plotted angles are represented by ζ and ζ' , respectively. The results of calculation of φ by given values of $c \wedge Z$ and 2Ω in the formulas (2) and (6) are shown in Fig. 2 for monoclinic pyroxenes and Fig. 3 for rhombic pyroxenes. The figures are indicated by stereographic projections of lines of equal extinction angle.

オルスコープ観察において，われわれは任意の方向に切られた輝石の消光角 $c \wedge Z'$ 又は $c \wedge X'$ を得る。このような方向における消光角についての知識は，多数の柱状を呈する輝石を統計的に観察しようとする場合，特に石基中に柱状の両輝石が存在する火山岩をしらべる場合に必要となる**。

或るあたえられた断面における消光角を求める図法にはステレオ投影法¹⁾があるが，ここでは数学的に消光角 $c \wedge Z'$ を求める方法を考察した。

* 長野県長野西高等学校

** 消光角によつて両輝石を区別しようというのではなく，消光角の頻度分布を検討するのに必要なのである。何故ならば両輝石の相対量はあらかじめ $c \wedge Z'$ 頻度分布曲線の上にあらわれてくるからである。

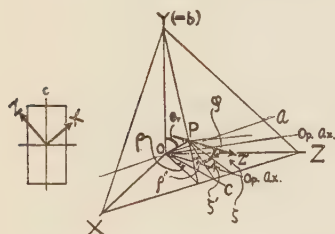
1) 都城秋穂：岩石顕微鏡，p 92, 1949.

多くの単斜輝石では $b=Y$, Z は軸角 β の鈍角内に, 又結晶主軸 c は光軸面上にある。

あたえられた切断面への法線 OP が, それぞれ X , Y , 及び Z 軸となす角を θ_x , θ_y , θ_z とする。又 Z 軸と光軸との間の角を Ω , $c \wedge Z = \delta$, $c \wedge Z' = \varphi$ とする。また大円 $Y'P$ と c 軸となす角を ρ とする。

これは光軸面上 c 軸より X 軸 の方向に測るのを (+) とする。角 ρ は切断面 XYZ 上に投影されて角 ρ' となり, $\cot \rho' = \cot \rho \cdot \cos \theta_y$ なる関係にある。

第 1 図



単斜輝石の任意の切断面における消光角 $c \wedge Z'$ の傾斜投影図

Z' および X' の方向は, Biot-Fresnel の法則により第 1 図のように定められる。

$$\varphi = (\zeta + \zeta')/2 \dots \dots \dots (1)$$

なる関係がえられ, さらに

$$\cot(\zeta + \rho') = \cot(\delta + \Omega + \rho) \cdot \cos \theta_y$$

$$\cot(\zeta' + \rho') = \cot(\delta - \Omega + \rho) \cdot \cos \theta_y$$

これを ζ , ζ' についてとくと,

$$\cot \zeta = [\cos^2 \theta_y \cdot \cot \rho \cdot \{\cot(\delta + \Omega) \cdot \cot \rho - 1\} + \cot(\delta + \Omega) + \cot \rho] / \cos \theta_y \cdot (1 + \cot^2 \rho)$$

$$\cot \zeta' = [\cos^2 \theta_y \cdot \cot \rho \cdot \{\cot(\delta - \Omega) \cdot \cot \rho - 1\} - \cot(\delta - \Omega) + \cot \rho] / \cos \theta_y \cdot (1 + \cot^2 \rho)$$

$$\dots \dots \dots (2)$$

ρ については, δ , θ_x , θ_z との間に次の関係がある。

$$\cot \rho = (\cot \delta \cdot \cos \theta_z + \cos \theta_x) / (\cot \delta \cdot \cos \theta_x - \cos \theta_z) \dots \dots \dots (3)$$

(1), (2) 及び (3) 式は, 単斜輝石の任意の断面における消光角 $c \wedge Z'$ を表わす一般式で, これは, δ , Ω が定まれば, φ が θ_x , θ_y , θ_z の函数であることを示している。

第 2 図(a)~(g) の各図は種々の δ , 2Ω の値について, 数多くの点を球面からできるだけ均一にとり, 各点の θ_x , θ_y , θ_z をあたえ, 前述の一般式によつてより多数の φ 値をえ, これによつて等消光角線をひいたものである。 θ_x , θ_y , θ_z をうるには, ステレオ網を用い, 更に次の式によつて正確を期する。

$$\cos^2 \theta_x + \cos^2 \theta_z = \sin^2 \theta_y$$

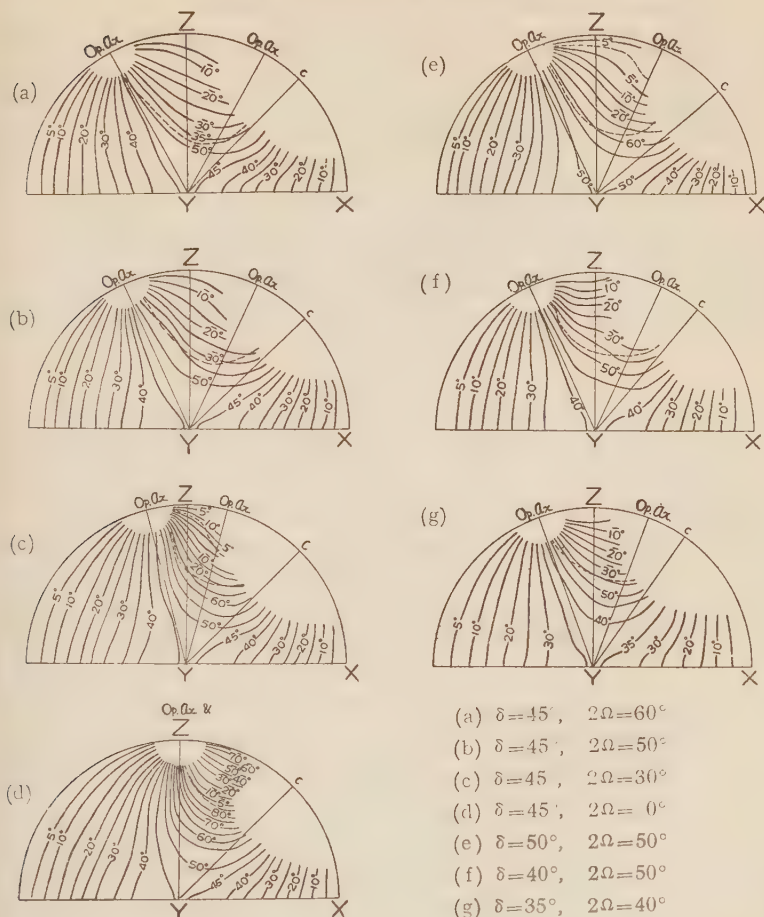
この式は, 第 1 図の幾何学的関係からえられる。消光角 $c \wedge Z'$ の測定には, 一般に形の良い柱状の断面を '任意に' えらぶので消光角 $c \wedge Z'$ としてほとんど測定しないような範囲には, 等消光角線をひいていない。これらの結果からつぎのことが考察される。

(i) 光軸面に平行またはそれに近い切断面では, $c \wedge Z'$ は $c \wedge Z$ に近い値となる ($\theta_y = 0^\circ$ のとき $\varphi = \delta$)。切断面と光軸面との傾斜が 20° 以内では, $c \wedge Z'$ は $c \wedge Z$ の値から数度以上ずれることはなく, つねに $2, 3^\circ$ 以内である。

(ii) 消光角の小さな区域, たとえば $c \wedge Z'$ が 20° 以下の区域は, 同じ δ ($=c \wedge Z$) 値では, 2Ω の小さいものほど大きく, また全般に δ 値が小さくなるほど, この区域は顕著に大きくなる。従つて δ が小さいほど, また 2Ω が小さいほど, 小さな消光角を測定する機会が多い*。

* もつとくわしい計算によると, 切断面と c 軸との傾きが 30° 以内の範囲について, $c \wedge Z'$ が 20° 以下で測定する機会, $\delta = 45^\circ$, $2\Omega = 60^\circ$ のばあい約 14%, $\delta = 45^\circ$, $2\Omega = 0^\circ$ のばあい約 25% である。

第 2 図 単斜輝石の等消光角線のステレオ投影図



(iii) δ の大ききいほど等消光角線の間隔がせまい。

(iv) 形の良いな区域，すなわち c 軸に平行又はそれに近い zone にある切断面についてみると，複屈折度は (010) に平行な切断面において， $\gamma-\alpha$ でもつとも大きく，これから遠ざかるにつれて小さくなるから，一般に消光角 $c \wedge Z'$ の大きいものほど高い干渉色をもっている。しかし等消光角線は，一つの光軸に収れんするから， 2Ω の大きいもの（たとえば $50^\circ, 60^\circ$ ）ほど，大きな $c \wedge Z'$ でも低い干渉色を観察する機会が多く， 2Ω の小さいものほど，小さな消光角でも比較的高い干渉色を観察する機会が多いということが予想される。

なお切断面が結晶主軸 c に平行な場合には $p=90^\circ$ となるから (2) から

$$\left. \begin{aligned} \tan \zeta &= \tan(\delta + \Omega) \cdot \cos \theta_y \\ \tan \zeta' &= \tan(\delta - \Omega) \cdot \cos \theta_y \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

(1) 及び (4) 式は富田(1924)¹⁾ によつて発表され、また坪井²⁾ の著書 (1939) にも引用された式である。

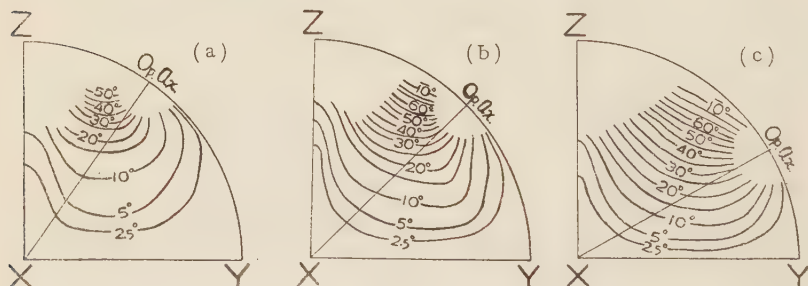
斜方輝石は多くの場合、 $b=X$ であるから、 X と Y とをいれかえ、 $\delta=0^\circ$ とおいた場合を考えればよい。(2)および(3)はそれぞれ次のようになる。

$$\begin{aligned} \cot \zeta &= \{\cos^2 \theta_x \cdot \cot \rho \cdot (\cot \Omega \cdot \cot \rho - 1) + \cot \Omega + \cot \rho\} / \cos \theta_x \cdot (1 + \cot^2 \rho) \\ \cot \zeta' &= \{-\cos^2 \theta_x \cdot \cot \rho \cdot (\cot \Omega \cdot \cot \rho + 1) - \cot \Omega + \cot \rho\} / \cos \theta_x \cdot (1 + \cot^2 \rho) \end{aligned} \dots\dots\dots (5)$$

$$\cot \rho = \cos \theta_z / \cos \theta_y \dots\dots\dots (6)$$

(1), (5), (6) 式は斜方輝石の任意の断面における消光角 $c \wedge Z'$ をあらわす一般式である。この式において、 θ_x , θ_y , θ_z のいずれかが 90° ならば $\rho=0^\circ$ となり直消光となることを示す。

第 3 図



斜方輝石の等消光角線のステレオ投影；(a) $2\Omega=70^\circ$, (b) $2\Omega=90^\circ$, (c) $2\Omega=120^\circ$ のばあい。

第 3 図 (a), (b), (c) はそれぞれ $2\Omega=70^\circ$, 90° , 120° の場合について第 2 図と同様にしてえられた等消光角線を表わすようにしたものである。第 3 図から分るように、 2Ω が 70° から 120° にいたるまでに、消光角の小さな区域、とくに 20° 以下の区域がだんだん減少している。全般的にみると、 $c \wedge Z'$ が 20° 以下の区域が大部分を占めている。そして消光角の大きな区域は、光軸及び主軸をそれぞれ垂直に切る面に近い区域にせばめられている。従つて斜方輝石の任意断面における消光角 $c \wedge Z'$ が大きい場合が、たとえあつても、その干渉色は極めて低いか、形がわるく、実際には $c \wedge Z'$ として測れない。

終りに臨み、原稿をみていただき、御教示いただいた東北大学教養部八木健三教授並びに高橋理講師および岩石鉱物鉱床学教室宇留野勝敏氏に、また研究の機会をあたえられた長野西高等学校前校長竹下栄氏および現校長千葉正志氏並びに同校通信教育部の職員各位に厚く感謝の意を表する。

1) 富田 達：地質, **31**, 366, 1924.

2) 坪井誠太郎：岩石学(岩波全書), **1**, 224, 1939.

黄鉄鉱の研究 I—電解腐蝕*

The study of pyrite I—The electrolytic etching

鈴木 光 郎 (Teruo Suzuki)**

Abstract : Pyrite is etched by electrolytic etching method. Such etched surface shows generally macro-zonal structures pattern which consists of micro-mosaic etching figures. This zonal structure's pattern concerns with the internal-heterogeneity of pyrite, and corresponds with the growth-zoning. It is interests for studies of crystal growth and internal-structure etc. that growth-zoning is visible in pyrite.

序

黄鉄鉱の切断研磨片を電極として電解液中で電解を行うと、研磨面は電解腐蝕をうけ、極めて興味深い蝕像を求め得る事を発見した。その腐蝕模様は単結晶に対して累帯構造を示す事が多い、この腐蝕模様は黄鉄鉱結晶の内部構造を反映するものである。

一般に単結晶に見られる累帯構造はその鉱物の主成分的要素に差異のある時に光学的に認められる。例えば透明鉱物では斜長石等に普通に見られる所である。不透明鉱物ではその例が少いが、例えば黄鉄鉱—黄鉄—ニッケル鉱がある。この他ある種の鉱物では化学的腐蝕によりその現出するものがある。しかるに黄鉄鉱は反射顕微鏡下での光学的な性質は均質なものでも、電解腐蝕によつてその潜在的不均質性が露呈されてくるもので、化学的腐蝕法では現出しない。

近年外觀上均質に見える鉱物でも、その内部に不均質性を内在する事が知られて来て、黄鉄鉱に就いても種々実験がなされて来た。茲に報告する現象は、少くとも黄鉄鉱に関しその中に内在する不均質性の一斑を始めて腐蝕像として肉眼的に認め得たものと考えられる。

実験装置及び実験

実験装置は第 1 図に見られる如く、原理的に普通の電解法と全く同一であり、試料としての黄鉄鉱は陰極として作用せしめる。現在まで用いて来た装置は次の如きものである。電解槽は直径 9cm、深さ 7.5cm の円筒状ガラス容器で、電解液は 300~350cc 入る。電極は陰極として黄鉄鉱、陽極として炭素板を用いた。炭素板は巾 50mm、長さ 100mm、厚さ 5mm のもので、電解液中に片面で約 30cm² 位浸される。この面積は特に大きい試料以外、普通数 cm² の試料陰極面に対しては充分と考えられる。

電極面の設定方向は電解現象に対して影響の大きい要素の一つであるが、本実験では始めは電極面を水平に互に平行に設置し、後に垂直に平行に改めた。これは前者の方が操作は容易であるが、発生気泡の逸脱が出来ない為に後者にした。しかし腐蝕像のみを求める場合は何れでもよい。

* 日本鉱山地質学会第 6 回総会にて講演 (1956 年 2 月)

** 東北大学理学部岩石鉱物鉱床学教室

第1図 電解腐蝕装置、電気回路図

試料電極は電極の保持及び接点の良否を考慮し、ガラス管の先端に試料電極を挿入し、水銀により導線と接続したが、後に実験操作の簡便化をはかり、試料を導線と鐵附けした。試料電極は不要部分はすべてパラフィンで絶縁する。

黄鉄鉍の試験電極面は研磨を行つておくが、後述の如く普通の顕微鏡観察に際し行う様なラシャ仕上げ等は、もし腐蝕像のみを求めるのであれば全く不要であり、むしろ有害である。本実験では800番カーボランダムによる研磨のまゝのものを水洗乾燥して用いたが、腐蝕像に対しては充分目的を達し得る。

電解液は酸を用いる。試料面に

作用するものは H^+ と考えられるから、現在まで使用した硫酸、硝酸、塩酸、及び醋酸ではすべて同一結果を得る。これ等以外の酸類も同じ腐蝕像を得る事が出来よう。本実験では塩酸を多く用いた。

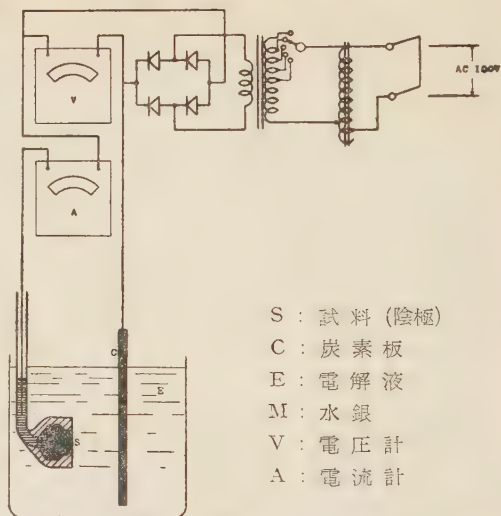
電解に際しては電解液を攪拌する方が、常に新しい電解液が試片面に供給され、又液の均質化も行われて望ましいが、装置の関係で非攪拌の状態で行つた。しかし、電解による気泡の発生は、電極を垂直に設置した時には、その気泡の浮上の為に試片面附近である程度液の移動がある。

上記の如き装置で直流電源より試料電極は負に、炭素電極は正に接続する。電極間隔は20~35mm で多くは30mm とした。電圧は5分毎に上昇せしめる。電圧を上げると或る点まで電流が増大する。しかしその電圧のまゝで放置すると時間と共に電流が減少し、或る一定値になる。ある電圧まではこの一定値は殆ど0に近い微小電流、即ち残余電流を示して、これは電圧上昇を1V毎にした時よりも0.1V毎にした時の方が少さかつた。前者の場合には一定した安定電流値を示すまで更に長時間を要するのではないかと思われる。

電解時に電圧を高めて分解が行われてくると、電圧の高い程試料の発熱が著しくなる。温度も電解現象に大きな影響を与える要素であるが、実際に試料自体の発熱は押える事が出来ず、実験としては発熱の著しくならない程度の電圧で、液温が室温程度の所で行われた。

実験結果

第2図の電流密度対電圧曲線に見られる様に印加電圧を始め0にしておくと、第1図の如き回路では試料電極と炭素電極間に起電力を生じ、黄鉄鉍が正に、炭素板が負に帯電する。一般にその値は小さく、又試片面の状態がその起電力に影響し、カーボランダムに

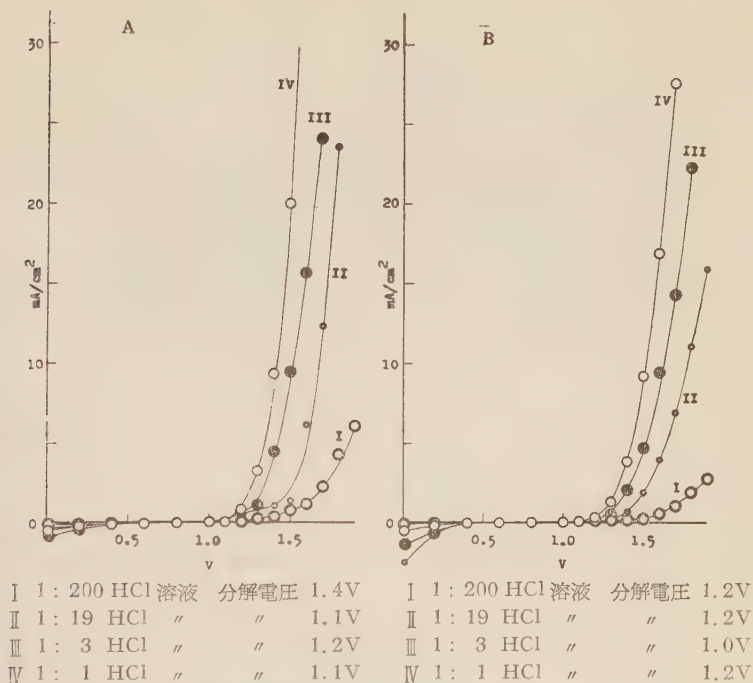


- S : 試料 (陰極)
- C : 炭素板
- E : 電解液
- M : 水銀
- V : 電圧計
- A : 電流計

第 2 図 種々の濃度の非攪拌塩酸溶液中に於ける黄鉄鉱の陰極腐蝕に対する電流密度対電圧曲線

A : 和賀仙人鉱山産

B : 立中鉱山産黄鉄鉱



よる研磨だけでは同一試料を同一条件で実験しても、その度に差を生ずる。しかし印加電圧を増大せしめると、電極間の起電力が小さくなり、遂には電流がりになる所がある。これを越えて電圧を上昇せしめると、試料が負に、炭素板が正になるが、電流は殆ど流れないか又は極めて僅か流れるのみで電圧だけが増大する。即ち残余電流として示される部分である。しかし或る電圧に達すると、試料電極面より気泡の発生があり、同時に電圧の上昇と共に電流は急激に増大を始める。概してこの電流-電圧曲線は普通の電解の場合と同じであり、気泡の発生は分解電圧に達した事を示し、腐蝕は分解電圧より高い電圧で行われ、電圧の高い程顕著である。

分解電圧はかなり分散して一致した傾向を示さないが、実験の精度に不足がある事と、試片表面の状態の差によるものと思われる。しかし一般に 1.2V 附近にあり、産地によつて例えば尾去沢鉱山産のものはこれよりやや高かつた。同一試片面内でも気泡の発生は不均質であり、電極面内のその場所により異なるが、これは試片面の腐蝕不均質像と一致し、同一黄鉄鉱内でも分解電圧を異にする所がある事を示す。即ちこれは黄鉄鉱内でも腐蝕が電流密度とも関係して行われる為と思われる。

電解液の濃度との関係では、濃度が高い程一定電圧に対して電流は多く流れる。又電極

の位置は電流に影響し、試験面を上部に水平に下向きに設置する場合より垂直方向の場合に多く流れる。一般に電解では非攪拌の方が攪拌された場合より電流は少く流れるが、前者の方法で電流値の小さいのは発生気泡の逸脱が行われ難く、電解液の攪拌が殆ど行われない為と思われる。

電解が起り気泡の発生が盛になると、顕著に硫化水素臭をたゞよわし、電解液は Fe^{++} により次第に黄色を帯びてくる。電解が急速に激しく行われてくると、試片面より黒色粉末状物質が沈下するのが認められる事がある。これは遊離した Fe ではないかと考えられる。

以上の如き極めて単純な実験から、電解時の電極反応を論ずるには、試料の調整の均一化と精度の向上を必要とする為、電気化学的現象にはこれ以上ふれない。しかし試験片は高度にその面の滑面化を要求しなくとも、黄鉄鉱として興味ある腐蝕像を生ずる。

試料面の状態は顕微鏡観察の為に普通に行われる様な ラシャ による研磨まで行つたものに就いて電解を行うと、電解腐蝕像の他に多数の擦り傷の跡を露呈する。即ちラシャ仕上げしたものは一見無傷であるが、実際には多数の荒い傷が残され、その間を試料その他の粉砕物で埋められていると考えられる。これ等は電解腐蝕により除かれ、更にこの内在した傷に沿い、端効果等の為腐蝕が進み跡を残すものと思われる。一方前記の如くカーボラングムのみによる研磨では、試験面は多少粗であつても均質の方が人為的な擦痕を残さず、結果として良好な腐蝕面を与える。

かくして得られる腐蝕像は一般に累帯構造をなしている。電極の端効果は腐蝕の進行程度に差を与えるが、累帯構造とは関係なく、従つて累帯腐蝕像は試片そのものの形状には無関係で、その試料の結晶学的形状に関係し、これは黄鉄鉱の潜在的性質を反映している事を意味する。

顕微鏡観察によれば、腐蝕像は寄木細工状構造をなし、概してその大小によつて帯状をなす。② 結晶軸に平行な腐蝕面内の蝕像は、その面と平行な結晶面において見られる条線の方と同一方向に伸長している。或る種の結晶では腐蝕を進行させると、上記の如き腐蝕像の方とは直交する方向にのびる pit を生ずるものがある。

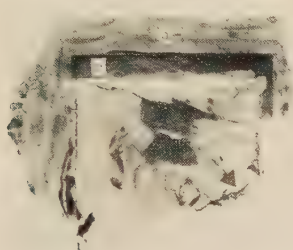
以上の如くして得られた蝕像例に就いて写真によつて説明する。

第3図は水沢鉱山産の六面体結晶で、結晶面は条線が極めて顕著に発達している。写真は a_1 軸に垂直の断面の腐蝕像で、図の上下に a_3 軸、左右に a_2 軸がある。この試料は左右が 18.5mm の大きさのもので、腐蝕の結果大別して3帯が露呈される。これは試片面全体に就いて 1:200 HCl 中で極間隔 20mm, 1.8V, 20mA/cm² で電解を行つた。その結果 a, b 及び c の各帯が現出するが、c 帯のみは全く腐蝕されず、研磨されたまゝの状態であり、a 及び b 帯のみが著しく腐蝕された。その面を更に c 帯に就いてのみ電解を行い、電圧 2.5V, 47.2mA/cm² まで電圧及び電流密度を増大させた。写真は以上の腐蝕による pattern であつて、c 帯にも累帯構造が現はれて来ている。

a 帯は縞状構造が見られ、この構造がそのまま結晶外形にまで及び、結晶面は写真の左端の如く突出して、条線方向に起伏を示す、もし一つの縞が結晶成長の或る同一時期を示すものならば、成長は結晶面上の凹凸に左右されず一様にその表面に沿い構成分子の沈着が行われたものと思われる。b 帯は a 帯と同様縞状であるが、a 帯程顕著ではない。a 帯との境界は上部及び右端の如く直線的であるが、左端では必ずしもそうではない。この

両帯は腐蝕が極めて容易に行われた。c 帯は a, b 両帯に比し著しく腐蝕され難い。しかし前記の如くこの部分のみを腐蝕した結果、綫状構造は見られず、劃然とした層状構造を示してくる。b 及び c 帯は極めて明確な直線の境界を有する。

第 3 図 水沢鉬山産黄鉄鉱の
電解腐蝕像



第 4 図 網取鉬山産黄鉄鉱の
電解腐蝕像

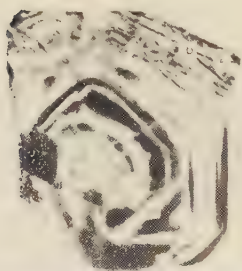


第 4 図は網取鉬山産のもので左右が 2 mm の六面体結晶である。電解液は 1:19 HCl 電極間隔 20 mm, 電圧 6.0 V, 電流密度 20.3 mA/cm^2 にまで実験を続行した時のものである。条線は比較的発達しており、結晶形は a 面のみからなり、他は全く存在しない。写真の右上及び左辺に結晶外形が見られ、他は破面である。この試料は a_2 軸に垂直の断面で、上下に a_3 軸、左右に a_1 軸がある。a 及び c 帯が腐蝕された所で、b 及び d 帯はこの実験の条件では全く腐蝕されないままに残存した。写真に明らかな様にこの結晶内部では c 面の発達している事が判明し、a 帯において c 面の発達がおりえ、a 面に変化しているのが見られる。左下の破面は電子顕微鏡写真の為のレプリカをとる時に生じたものである。

第 5 図は山形県立中鉬山産の結晶で、電解条件は 1:1 HCl, 電極間隔 30 mm, 電圧 1.7 V, 電流密度 27.6 mA/cm^2 まで継続したもので、I は軸 a_1 軸に垂直、上下に a_2 軸、左右に a_3 軸がある腐蝕像である。この結晶は a 及び c 面の聚形であるが、その内部に恐らく o 面があつた事を示している。II は I の断面の a の部分で、上下に a_3 軸があるが、蝕像は寄木細工状をなし、主にその大小で各帯が区別される。右下には多分 o 面と思われる蝕像の配列する部分が見え、左上で c 面に変つてゐる。左上では各帯の境界は極めて明瞭で、特に腐蝕された部分は深い溝状をなし、或いは腐蝕に耐え、板状に突出する部分もある。III は上下に a_3 軸があるが、その方向と一致してあらわれた微細構造、IV は o 面の現れた部分であるが、その右上は全く腐蝕されざる部分で浮き上つており、左下が典型的蝕像で a_3 軸方向に伸長した蝕像となつてゐる。これは腐蝕面と平行する結晶面上の条線の方と一致する。

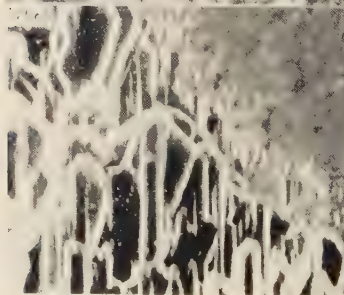
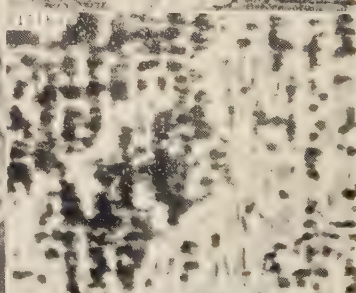
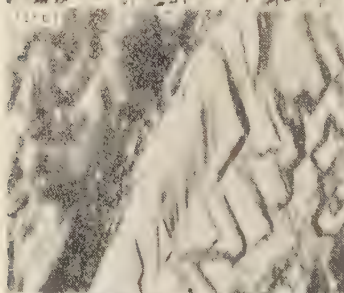
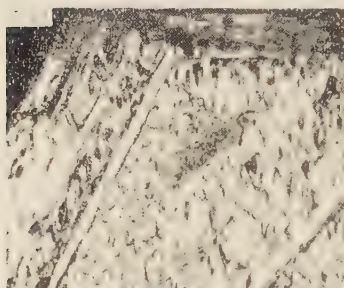
第 6 図は和賀仙人鉬山産の結晶で、電解条件は 1:1 HCl, 電極間隔 30 mm, 電圧 1.6 V, 電流密度 38.5 mA/cm^2 の時のもので、試験面は a_1 軸に垂直、写真の上下に a_3 軸、左右に a_2 軸がある。この結晶は a_1 軸方向に長く伸長した柱状六面体で、条線の発達良好である。I の腐蝕像では晶癖の変化は認められない。II はその a の部分で a_3 軸方向に腐蝕像がのびる。右下部の傾斜した境界は $(00\bar{1})$ と $(0\bar{1}0)$ の接合部でその境界

第 5 図 立中鉍山産黄鉄鉍の
電解腐蝕像



第 6 図 和賀仙人鉍山産黄鉄鉍
の電解腐蝕像

1



第 5 図及び第 6 図の説明

- | | |
|--|---|
| <p>I : a_1 軸に垂直断面の腐蝕像,
上下方向が a_2 軸</p> <p>II : a の部分の累帯構造
腐蝕像, ウルトロパーク, $\times 57$</p> <p>III : b の部分の a_3 軸方向と一致する
微細構造, 反射, $\times 180$</p> <p>IV : c の部分の a_3 軸方向に伸びる
腐蝕像, ウルトロパーク, $\times 330$</p> | <p>I : a_1 軸に垂直断面の腐蝕像,
上下方向が a_3 軸</p> <p>II : a の部分の彎曲構造,
ウルトロパーク, $\times 57$</p> <p>III : b の部分の pit, a_2 軸方向に伸
びる, ウルトロパーク, $\times 330$</p> <p>IV : c の部分の a_3 軸方向に伸びる
腐蝕像, ウルトロパーク, $\times 330$</p> |
|--|---|

は不規則ではあるが明確に認められる。主に左部に見られる彎曲構造は、人為的原因によるものではなく、結晶内にその原因を内在するもので、電解を進行させると pit となつて認められる。III は電解の進行と共に顕著に現われた pit で、白色部分が上下 a_3 軸方向に延びた一次的蝕像で、左部に見られる著しい黒点群はその蝕像の生じるより後に、二次的蝕像として現われるもので、深くえぐられた凹所となり、しかもこの断面上で a_2 軸方向に伸び、一次的蝕像の方向とは直交する。IV は外縁部に近い腐蝕され易い部分の蝕像であるが、上下 a_3 軸方向に伸びている。黒色部分は腐蝕断面と平行な面で、三角形状の部分は深く腐蝕された凹所である。

結 び

以上の現象は次の如き問題において、鉱物学的に多大の興味と意義を有するものと考えられる。

1. 科学的に均質である黄鉄鉱に明らかに不均質性が内在する事を露呈した。
2. この不均質性は普通の化学的腐蝕法では生じない、試片電極では H^+ の放電により腐蝕が行われるが、水素イオンの放電は一般には著しい過電圧を有し、その為陰極で還元が行われる。この実験によりその還元性には、同一結晶内でも難易の差がある事を示している。 H^+ は黄鉄鉱中の S と作用して H_2S を生ずるが、これは Fe と S の結合の難易の差を示すものと思われる。

3. 累帯構造を示す結果、結晶成長の過程が明瞭に認められ、晶癖の変化等は甚だ明瞭となり興味深い。現在まで充分多数の例を扱つてはいないが、結晶はその初期から末期まで結晶面の種類を変えないか、又は変化する時には、最も基本的な a, e 及び o 面に就いてみると、初期に o 面、次に e 面、最後に a 面が支配的となる。しかし生成の条件と関連させると、この事は更に吟味を要する。

この様な不均質が直接如何なる原因に基ずくかは未知の事に属するが、この現象により上記の他にも種々の問題が提起されて来よう。今后更に実験の精度の向上をはかり、黄鉄鉱に内在する不均質性の原因を追求し、その成長過程を追い、結晶成長の問題と共に生成の場の条件を求めるべく研究を続行中である。

最後にこの研究の当初御指導をたまわつた渡辺萬次郎教授（現秋田大学長）及び一部装置の貸与を御快諾下された工学部鉱山学科に厚く感謝すると共に本研究はその多くを文部省科学研究費によつた事を明記して謝意を表する。

金鉱石に伴う緑泥石について*

On the chlorite associated with gold ores

阿 部 宏 (Hiroshi Abe)**

Abstract: Chlorite associated with gold ore from the Oyama, Takahata, Osarizawa and Ani mines that are so-called epithermal ore deposits at Northern Japan, are studied mineralogically. In these ore deposits, 1) productive stage of gold ore is earlier than chloritic clay mineral stage, 2) chlorite associated with gold ore from the Oyama mine will agree epidolite, and chlorites from Takahata, Osarizawa, and Ani mine are ranged delessite-chloropite series chlorite.

1. ま え が き

鉱床に伴う粘土鉱物と鉱石鉱物との共生関係、粘土鉱物そのものの性質等を、鉱床母岩の変質現象との関聯の下に、鉱床学的な見地から追求する事は鉱床の生成条件を推定する一つの手懸りとして極めて重要な研究課題である。筆者は所謂黒鉱式鉱床の例として福島県与内畑鉱床¹⁾の粘土鉱物について研究を進めているが、今回は東北日本に於ける第三紀熱水鉱床中、一見緑泥石質鉱石と見られる部分に屢々高品位の金を伴う事実を認め、この内、山形県小山鉱山、福島県高箕鉱山、秋田県尾去沢鉱山、阿仁鉱山産金鉱石についてその産状、鉱物間の共生関係、特に脈石としての緑泥石質粘土鉱物について二三の実験的考察を試みた結果 1) 前記各鉱床産金鉱石に伴う緑泥石質粘土鉱物の生成時期は金の鉱化時期よりも一般に晩期の産物で、金品位を直接的に支配するものではなく、2) 緑泥石質粘土鉱物の性質については特に鉱石探査の指針となるべき共通性を認め難い事が判明した。よつてこの概略を報告する。

2. 小山鉱山産緑泥石質金鉱石

産状 小山鉱山²⁾は第三紀中新世緑色凝灰岩、凝灰質泥岩中に胚胎する細脈網状、鉱染状金銅亜鉛鉱床で、鉱石鉱物は閃亜鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、方鉛鉱、自然金、脈石として石英、緑泥石、カオリン鉱物及び炭酸塩鉱物を産する。粗鉱金品位は 8~20g/t であるが特に楚天鉱床下部の緑泥石質粘土脈（脈巾 5cm 以下）の部分に於て金品位が可なり高く時には 700g/t の金を伴う場合がある。この緑泥石質粘土は緑色を呈し、肉眼的共生鉱物としては石英、黄鉄鉱、黄銅鉱及び閃亜鉛鉱を伴う。一般に土状、塊状を呈し、水中に放置しても膨潤、崩壊する事はなく benzidine 反応は無色である。

* 鉱床粘土の研究 1.

** 東北大学理学部岩石鉱物鉱床学教室

1) 荻木浅彦, 阿部宏: 鉱山地質, 6, 42, 1956 (要旨).

2) 荻木浅彦, 保科恒二: 地質, 62, 1956 (要旨).

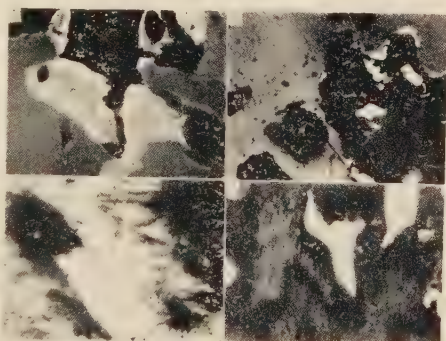
顕微鏡観察 鏡下に於て観察可能な金の産状は次の如くである。即ちこれら緑泥石質鉱石中のモザイク状石英中に $0.3\sim 0.01\text{mm}$ 大で粒状、樹枝状、角板状をなして存する外、本鉱石に伴う微粒閃亜鉛鉱、黄銅鉱の結晶縁、亀裂に沿った石英細脈中に自然金として存在し、且、これら金を伴う石英、閃亜鉛鉱は、鱗片状、繊維状緑泥石質細脈により切られている。従つて前述の如く緑泥石質脈の部分に於て金が高品位を示すと云ふ事も、むしろこれはその中に含まれている石英粒、微粒の閃亜鉛鉱等に支配されているものと推察される。なお、本緑泥石の平均屈折率は 1.609 、多色性やや著しく $Z=\text{緑色}$ 、 $X=\text{淡緑褐色}$ である。

緑泥石質粘土の化学組成 該緑泥石質鉱石を粉碎し、拡大鏡下で精選後、ノーベル式水銀装置にて分離した試料について化学分析を行い次の如き結果を得た。(第1表1.) 分析値より $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}_3$ 、 FeO/RO の比を求めて本緑泥石質粘土鉱物の化学成分を推定すると、リビドライト¹⁾²⁾の領域に記入出来るが、 FeO が極めて少く、 SiO_2 、 Al_2O_3 が共に多く、恐らく後述する如く石英と若干のカオリン鉱物が混在しているものと思われる。因にその主成分による構造式は $(\text{Mg}_{1.09}\text{Fe}^{++}_{0.37}\text{Fe}^{+++}_{0.51}\text{Al}_{2.47})(\text{Si}_{3.60}\text{Al}_{0.40})\text{O}_{9.49}(\text{OH})_{x.51}$ と算定されるが、前述せる如く純粋な緑泥石としての化学式は期待され難い。

示差熱分析 化学分析に供したと同一の試料について示差熱分析を行った結果(第2図1.) 600°C 附近の吸熱ピークが特徴的で、これは緑泥石、カオリン鉱物の重複ピークと考えられ、 950°C に於て小さな発熱ピークが現われる。これらから推定して恐らく緑泥石と一部カオリン鉱物、石英との混合物と思われる。

X線解析 前記緑泥石質粘土のX線粉末写真から求めた廻折値は第2表1.の如くで、既出試料³⁾⁴⁾に基づいて解釈した結果、(リビドライト〜タイヤパノナイト系) 緑泥石に合致するもののようで、この他、カオリナイトと思われる線が現われるが、緑泥石或は石

第 1 図



- A: 小山 鉱山産 閃亜鉛鉱(暗灰色)に伴う自然金(白色), ($\times 386$),
 B: 高 嶺 鉱山産 黄銅鉱(灰色)に伴う自然金(白色), ($\times 156$),
 C: 尾去沢 鉱山産 赤鉄鉱(灰色)に伴う自然金(白色), ($\times 386$),
 D: 阿 仁 鉱山産 赤鉄鉱(暗灰色)に伴う自然金(白色), ($\times 386$)

1) 須藤俊男, 関根良弘: 岩鉱, **35**, 123, 1951.

2) 須藤俊男: 粘土鉱物, 107, 1953.

3) Brindley, G.W., K. Robinson: X-ray Identification and Crystal Structure of Clay Minerals, 1952.

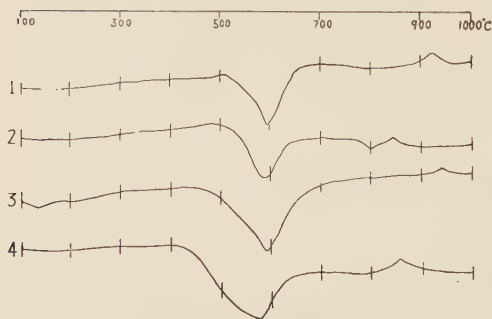
4) 須藤俊男: 前出, 1953.

第 1 表

	1	2	3	4
SiO ₂	38.04%	38.22%	29.33%	29.10%
TiO ₂	tr	tr	tr	none
Al ₂ O ₃	25.75	14.47	19.64	19.01
Fe ₂ O ₃	5.19	6.01	12.37	13.87
FeO	4.75	16.96	17.50	17.12
MnO	0.29	0.32	1.32	0.75
CaO	1.34	0.59	0.69	0.46
MgO	7.65	10.30	6.60	6.41
Na ₂ O	0.61	0.22	1.24	0.79
K ₂ O	0.11	0.35	0.11	0.61
H ₂ O(+)	13.47	10.77	8.83	10.68
H ₂ O(-)	2.10	1.25	2.30	1.25
total	99.30	99.46	99.98	99.60

1. 小山鋳山産緑泥石質粘土
2. 高旗鋳山産緑泥石質粘土
3. 尾去沢鋳山産緑泥石
4. 阿仁鋳山産緑泥石

第 2 図 緑泥石質粘土の示差熱分析曲線



1. 小山鋳山産、2. 高旗鋳山産、
3. 尾去沢鋳山産、4. 阿仁鋳山産

状、板状を呈して不規則に存在する。更にこれら黄銅鋳、石英は、前記緑泥石質細脈によつて切られている。本緑泥石は鱗片状、繊維状を呈し、平均屈折率 1.612、多色性著しく Z=緑色 X=淡褐色である。

緑泥石質粘土の化学組成 前記緑泥石質粘土を既述の如く精選し化学分析を行つた結果(第1表2.)から Al₂O₃/R₂O₃、FeO/RO の比を求めれば、78.8%、47.7%(mol) となり少くとも此の値からはデレサイトークロロバイトの範囲に記入され得るが、恐らく

英と重複する場合もあり、更に詳細な吟味を要する。

3. 高旗¹⁾鋳山産緑泥石質金鉱石

産状 高旗鋳山の鋳床は第三紀中新世の変朽安山岩、同凝灰岩を母岩とする脈状乃至網状の金銅鋳床で、産出鋳物は黄銅鋳、閃亜鉛鋳、方鉛鋳、黄鉄鋳、自然金、銀、赤鉄鋳、石英及び緑泥石である。金の平均粗鋳品位は 10~20g/t であるが、この内、新中央鋳床下部(3号、4号、5号脈)の黄銅鋳・黄鉄鋳・石英を伴つた緑泥石の強い部分に於て金品位が高く、稀には 1000g/t 以上の高品位を示す場合がある。この緑泥石質粘土は緑色を呈し一般に土状、水中に放置するも膨潤する事なく、懸濁状を呈する事もない。Benzidine による呈色反応は認められない。

顕微鏡観察 肉眼的に緑泥石質粘土を多量に伴う本鋳石の金の存在状態を鏡下に検すれば、1)黄銅鋳の内部、黄銅鋳の結晶縁に沿つて存在する外、2)黄銅鋳、黄鉄鋳の結晶縁、亀裂に沿つて存在する石英中にも認められる²⁾。平均2~3μ で、島状、粒

1) 向山店：地質雑、56, 1950 (要旨)。

2) 本鋳石の内、金品位の極めて高いものでも鏡下で自然金を認め難いものもあり、金粒の大きさは概して不均一なるものと思われる。

第 2 表

1*			2**			3*			4**		
I	d(Å)		I	d(Å)		I	d(Å)		I	d(Å)	
			10	7.74					10	7.88	
10	7.21	ch. k.				6	7.53				
			7	5.16		10	6.63	ch.	3	6.61	ch.
2	4.73	ch.	3	4.64	ch.	4	4.61	ch.	0.5	4.84	
5	4.41								0.5	4.28	
5	4.18		10	3.86	ch.	2	3.87	ch.	10	3.60	ch.
									1	3.77	
10	3.57	ch.	10	3.54	ch.	10	3.56	ch.	1	3.72	
4	3.35	q.	5	3.38	q.				5	3.56	ch.
7	3.13	k.	2	3.09					0.5	3.43	
3	2.76	ch.				3	2.78	ch.	0.5	3.38	q.
3	2.63	ch.	1	2.67	ch.				1	3.13	
6	2.53	ch.	1	2.48	ch.				2	2.83	ch.
4	2.40	ch.							2	2.64	ch.
4	2.34		0.5	2.31		2	2.36		1	2.49	ch.
						0.5	2.23				
3	2.12										
3	1.19	ch. q. k.	2	1.97	ch. q. (k)	8	1.99	ch. q. k.	1	1.99	ch. q. (k)
6	1.91	ch. k.									
						3	1.86		1	1.84	
						2	1.81				
1	1.78								2	1.74	
3	1.66	ch. q. k.	2	1.67	ch. q. (k)	3	1.64	ch. q. k.	1	1.64	ch. q. (k)
5	1.54	ch.				7	1.54	ch.			
			1	1.49		2	1.50				
						5	1.40	ch. q.			
			2	1.38		7	1.38	ch. q.			

緑泥石の X 線粉末廻折値

1) 小山鉾山産緑泥石質粘土

2) 高嶺鉾山産緑泥石質粘土

3) 尾去沢鉾山産緑泥石

4) 阿仁鉾山産緑泥石

* X線粉末写真 対陰極 Fe (ch; chlorite, q; quartz, k; kaolinite)

** X線廻折計数装置 対陰極 Co

石英などが若干混入しているものと思われ、純粋な緑泥石ではない。

示差熱分析 本緑泥石質粘土の熱分析結果は第2図2の如くで、580°C の放熱ピークは緑泥石と、一部石英の重複ピークと考えられ、800°C 附近の吸熱ピーク、850°C 附近の発熱ピークは、共に緑泥石のそれである。

X線解析 本試料のX線解析値は第2表2の如くで、4.64, 3.86, 3.54, 1.97, 1.67Åの緑泥石の線が認められる。この他に石英の混在が知られる。

4. 尾去沢鉾山産金鉾石

産状 所謂なるみ鉱¹⁾と称する赤鉄鉱・石英・緑泥石質金鉱石は、尾去沢鉱床略中央部 6 月 6 号鑛に一部残鉱を残すのみである。珪質泥岩を母岩とし、これを切る角礫帯（巾 1.5~2m）中に鉱脈状をなして産し、構成鉱物は赤鉄鉱、石英、緑泥石の他、黄銅鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱及び自然金である。この内、主として石英、緑泥石、赤鉄鉱、一部黄鉄鉱が夫々交互に縞状皮殻構造をなして径 5cm 以下の輪鉱状を呈し、これらが集合して一つの鉱脈を形成しているものである。本緑泥石は暗緑色を呈し土状、水中に放置しても膨潤する事なく benzidine 反応は無色である。

顕微鏡観察 自然金は主として前記縞状輪鉱中の赤鉄鉱・石英・緑泥石帯中、特に鱗片状赤鉄鉱の網状集合部及びこれに伴う石英粒の中に存在するもので、斑点状、晶状、板状を呈し大きさは平均 0.05mm 大である。更に緑泥石は、この含金赤鉄鉱、石英を細脈状に貫いている事も稀ではない。なお、この緑泥石は多色性強く Z=緑色、X=淡緑褐色である。

緑泥石の化学組成 脈石としての前記緑泥石を精選し、化学分析を行つた結果は第 1 表 3 の如くである。 $Al_2O_3/R_2O_3=71.4\%$, $FeO/RO=59.5\%$ (mol) となり、この比率からすれば少なくともデレサイト・クロロパイトの領域に記入されるが、 SiO_2 , Al_2O_3 がやや多く、 MgO , H_2O が若干少い。又、 Na_2O が 1.24% 存在する原因は現在のところ、不明である。ここで、分析値主成分から化学構造式を算定すれば $(Mg_{1.03} Fe'_{1.59} Fe''_{1.01} Al_{1.74}) (Si_{3.21} Al_{0.79}) O_{11.52} (OH)_{6.47}$ となり、純粋な緑泥石の理論式を期待する事は出来ず、むしろ鉄系緑泥石を主成分とし、多少の粘土鉱物が混入しているものと思われる。

示差熱分析 本緑泥石の示差熱分析曲線の結果は第 2 図 3 の如くで、580°C 附近の比較的幅広い吸熱ピークが特徴的で、緑泥石と一部カオリン鉱物が重複したものと思定され 120°C 附近の吸熱、940°C 附近の何れも小さなピークはカオリン鉱物のそれと思われるが、更に吟味を要する。

X 線解析値 本試料の X 線解析値は第 2 表 3 の如くで、6.63, 4.61, 3.56, 2.78, 1.99, 1.54, 1.58Å 等、緑泥石のそれと良く一致するが、石英、カオリナイトとの重複線も認められ、これらが具体的に何れに相当するかは今後詳細な吟味を要するものと思われる。

5. 阿仁鉱山産金鉱石

産状 本鉱石は二十四孝坑上部に胚胎するもので、第三紀角礫凝灰岩を母岩とする脈巾 3~30cm、粘土質脈で、石英、緑泥石、赤鉄鉱を主とし、この外、少量の黄銅鉱、黄鉄鉱を伴い、これら石英、緑泥石、赤鉄鉱が密に組合つて径 5cm 以下の球顆状皮殻構造を呈して産出し、一つの粘土質脈を形成している。肉眼的には暗緑色を呈し、脂光、膨潤性は共に無く、benzidine によつては何ら呈色しない。

顕微鏡観察 前記鉱石を鏡下に検するに自然金は極めて微細のもので極く稀に赤鉄鉱の鱗片羽状集合部に晶状、小斑点状角板状をなして観察される外、赤鉄鉱と密接に伴う石英粒の中に同様の形状を呈して存在する場合があります、その大きさは 5~10 μ 程度である。なおこの緑泥石は多色性は顕著で、Z=緑色、X=淡褐色を呈する。鏡下に於ける金粒の観察は前述せる如く極めて困難である。

1) 堀純郎：地質，47，183~187，1940.

化学組成 阿仁鉱山産緑泥石については須藤俊男¹⁾により極めて詳細な研究がなされている。筆者は前記金鉱石の脈石としての緑泥石、即ち二十四孝坑上部第2中段10号鑛産のものについて化学分析を試みた結果(第1表4), $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}_3=68.1\%$, $\text{FeO}/\text{RO}=59.7\%$ (mol)となり、デレサイトークロバイト系緑泥石の領域に記入されるが、 SiO_2 , Al_2O_3 がやや多く、その分析値主成分から構造式を導けば $(\text{Mg}_{1.02} \text{Fe}''_{1.52} \text{Fe}'''_{1.11} \text{Al}_{1.47})(\text{Si}_{3.10} \text{Al}_{0.90})\text{O}_{10.41}(\text{OH})_{7.58}$ となるが、純粋な緑泥石の理論式を望む事は出来ない。

示差熱分析 本試料を熱分析した結果は第2図の如くで、 580°C 附近の幅広い吸熱ピークが極めて特徴的で、その他には 850°C にやや小さな発熱ピークを示すのみで、これ以外は余り顕著なピークを現わさない。恐らく、この曲線は鉄系緑泥石を主成分とするもののようである。

X線解析値 X線解析結果は第2表4の如くで、6.61 3.90 3.56 2.83 2.64Å 等緑泥石のそれと合致するが、この他に石英との重複ラインも僅かに認められ、緑泥石を主成分とし若干の石英を伴う混合物と思われる。

6. 結 び

東北日本に於ける所謂浅熱水性鉱床中、緑泥石質粘土を伴う部分に極めて特徴的に高品位の金を含む場合があり、小山、高簇、尾去沢、阿仁鉱床等はその好例である。これら金鉱石の産状、共生関係、緑泥石質粘土鉱物の性質について実験的考察を試みた結果、1) 小山鉱山産鉱石中の金は緑泥石質粘土に伴う石英及び稀に閃亜鉛鉱中に観察され、2) 高簇鉱山産鉱石は黄銅鉱・黄鉄鉱・石英・緑泥石質のもので代表され、自然金はこの内の黄銅鉱及びこれと共生する石英中に存在し、3) 尾去沢鉱山産鉱石では、赤鉄鉱及びこれと密に伴う石英中に自然金として観察され、4) 阿仁鉱山産鉱石では赤鉄鉱及び之に伴う微粒石英中に自然金が含まれる。又、これら金鉱石に密接に伴う緑泥石は概して金の品出時期よりも晩期の産物で、金品位を直接支配するものではない。更に前記各鉱床産金鉱石に伴う緑泥石はその性質に於て必しも一定せず、化学組成については例えば $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}_3$ の比を論ずるに、小山産緑泥石質粘土では、 88.7% (mol) を示すのに対し高簇 78.8 尾去沢 71.4 阿仁 68.1% とかなりの差異が認められ、 FeO/RO を比較すれば小山 25.6 高簇 47.7 尾去沢 59.5 阿仁 59.7% (mol) となり総じて尾去沢、阿仁産のそれはやや類似した値を示すが他は一定せず、その他の成分、例えば SiO_2 , H_2O についても同様のことが云い得る。前記 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{R}_2\text{O}_3$, FeO/RO の比のみからこれら緑泥石の化学組成を推定すれば小山産のものはリドライト、高簇、尾去沢、阿仁産のものはデレサイトークロバイトの領域に入る。示差熱分析曲線では各鉱物共 $570\sim 800^\circ\text{C}$ 附近に吸熱ピークを示すが、その曲線は夫々異つた形を呈し、尾去沢、阿仁のそれは比較的幅広く浅い吸熱ピークを現わし、鉄系緑泥石の特徴を見せている。小山、尾去沢産緑泥石では $930\sim 950^\circ\text{C}$ 附近に小さな発熱ピークを示している。要するに、これら金鉱石に伴う緑泥石は単一の純粋な緑泥石ではなく前記の如き性質の緑泥石を主成分とする混合物であり、この事はX線解析から判断しても明かである。即ちこれらの緑泥石は、鉱床母岩に広範囲な変質を及ぼす如き緑泥石化作用によつて生成したものではなく、鉱化後の弱アルカリ性残液が母岩の

1) Sudo, T.: Sci. Rep. Tokyo Univ. Educ. Sec. C., **23**, 1954.

化学性に影響されつつ、しかも残液そのものの性質も、かなりの成分変化を示しつつ、鈹化脈に沿って上昇、生成したものと思われ、かかる脈石鈹物と共に、母岩の変質現象を追求する事により鈹床の生成環境を推定する事が可能である。

擲筆するに当り本研究に対し御指導賜つた竹内常彦教授、荳木浅彦助教授並にX線撮影に御便宜を頂いた南部松夫助教授に対し感謝申し上げる。又、現地調査に際し種々御配慮頂いた阿仁鈹業所前所長神山貞二氏、尾去沢鈹業所前所長八木原正三、卜部圭一、渡辺操氏、高嶺鈹業所前所長磯村勇、平林武雄氏、小山鈹業所磯部清氏に対し感謝の意を表する。

なお、本研究に要した費用の一部は文部省科学研究費によつた明記して謝意を表する。

愛媛県周桑郡中川村保井野産 及 高知県土佐郡

白滝鈹山産ダトー石について

On datolites from Hoino, Nakagawa village, Shūsō district, Ehime Prefecture and Shirataki Mine, Tosa district, Kōchi Prefecture

加 藤 昭 (Akira Kato)*

兼 平 慶一郎 (Keiichiro Kanehira)*

堀 越 勲 (Akira Horikoshi)*

Abstract : Two datolites from the titled localities are found. They occur in small veinlets cutting green schist (Hoino) or quartz schist (Shirataki Mine) both belonging to Sanbagawa zone. They are identified by comparing their X-ray powder data with that of the analyzed specimen from Hol Kol mine, Korea. Such occurrences are known for the first time in Japan.

1. は し が き

昨 1956 年 8 月、筆者の一人(K. K.)は、愛媛県千原鈹山の坑外地質を調査中、鈹山の南東約 6km の中川村保井野附近において、緑色片岩中に白色の中 1~2mm の細脈を発見し、之を検鏡した所、その大半が無色屈折率のやゝ高い鈹物で占められており、鏡下の性質からではこれを確定し得なかつたので、筆者の他の一人(A. K.)はノレルコを用いてこの鈹物のX線粉末廻折図をとり、之を朝鮮勞洞鈹山産ダトー石について得たものと比較して完全に一致したので、これをダトー石と同定した。これについて筆者の一人(A. H.)は高知県白滝鈹山の鈹床母岩の石英片岩中に、鏡下で全く同様の性質をもつ鈹物をみとめ、これもX線粉末廻折図によりダトー石と決定された。以上について報告する。

2. 産 状

保井野附近は、三波川帯に属する緑色片岩地帯で、ダトー石は緑泥石—陽起石—緑簾石—石英片岩中に、片理を切る中 1~2mm の細脈として産し、外見は白色、やゝ光沢がある。白滝鈹山附近一帯もひろく三波川帯に属する片岩類が分布し、ダトー石は鈹床のすぐ上盤の柘榴石—石英片岩中に 中 1mm 以下の細脈として発見された。

* 東京大学理学部地質学教室

3. 光 学 性

保井野のものについて既知の二、三の値と比較し、よい一致を見た。(第 1 表)。

4. X 線の性質

ノレルコを用い、保井野・白滝及び
笏洞のものについて、それぞれ粉末廻
折図を得て比較した。結果はよく一致
したが、念のため $\angle\beta=90^\circ00'$ (実際
は $\angle\beta=90^\circ09'$ ¹⁾) として指数を与えて
みた (第 2 表)。

ノレルコの使用条件は次の通りであ
る。対陰極: Cu, フィルター: Ni, 管
球電圧: 30kv, フィラメント電流: 15
mA, scale factor: 4, multiplier:

第 1 表 ゲート石の光学的性質

	(1)	(2)	(3)
α	1.627	1.626	1.6238
β	1.654	1.6535	—
γ	1.668	1.670	1.6673
(-)2V	73°	74°	—
色	無 色	無 色	無 色

(1) 保井野産, (2) Winchell, A. N. : Elements of optical mineralogy (II), p. 355, 1951, (3) 笏洞産, (木下亀城, 西原礼蔵: 岩
鉱, 12, 275, 1934)

第 2 表

Hoino		Shirataki		Hol Kol		hkl
d	I	d	I	d	I	
6.02	5			6.02	5	110
4.84	10	4.84	10	4.84	10	001
3.77	40	3.75	50	3.77	30	111
3.41	30	3.40	30	3.41	10	201
3.12	100	3.12	100	3.12	60	211
3.00	50	2.99	30	3.00	100	220
						021
2.86	50	2.86	60	2.86	20	121
2.52	30	2.53	30	2.53	20	311
				2.41	5	400
						002
2.29	10			2.30	10	410
2.24	50	2.24	40	2.25	20	230
2.19	60	2.19	20	2.19	20	321
						131
2.16	10	2.16	10	2.16	30	401
						202
2.08	10			2.08	5	212
						411
				2.04	5	420
						022
						231
2.00	20	2.00	10	2.00	10	330
						122
1.875	20	1.875	10	1.875	10	140
						312
1.748	5	1.748	5	1.748	5	141
1.719	5			1.723	10	133
						322
		1.663	5	1.663	5	241
						412
		1.646	10	1.646	10	232
						431

1) Winchell, A. N. : Elements of Optical Mineralogy Part II, 355, 1951.

1, time constant: 4, divergent slit: 1° , receiving slit: 0.006 inch, scattering slit 1° , 走査速度: $2^\circ, 1^\circ/1\text{min.}$, 指数は $a_0=9.67$, $b_0=7.64$, $c_0=4.83$, $\angle\beta=90^\circ 00'$ として計算した。

第 3 表

笏洞産ダトー石の化学分析

H ₂ O	5.75
CaO	34.89
B ₂ O ₃	22.32
SiO ₂	36.95
Total	99.91
G	2.972

5. 化学的性質

保井野産のものに濃塩酸を加えて熱し、ほぼ同量のエチルアルコールを加えてしんとうし、これに点火して緑色の炎をみると、礬素の存在をたしかめた。

なお参考迄に笏洞産ダトーの分析値¹⁾を引用しておく(第 3 表)。

6. あとがき

ダトー石の本邦における産出はわりに少なく、その産状は接触帯・捕獲岩中あるいは基性火山岩の晶洞内などにのみ知られていた。したがって本邦では、この種の産

状は最初であり、礬素の地球化学上興味深いものがある。

この報文を記すに当り、種々御指導を給わり、かつ笏洞産ダトー石の標本を恵与された渡辺武男教授、ダトー石の産状について御教示下さった桜井欽一博士に厚く御礼申し上げます。

岩石の吸水量比と耐圧強度との関係について

On the reference of the absorption ratio of water and
the bearing-power of the rocks

倉 持 文 雄(Fumio Kuramochi)*

Abstract: The writer measured the modulus of elasticity, the absorption ratio of water, and the bearing-power on dry and wet conditions from 5cm. cube testpieces of the Tertiary quartz-diorite which occurs at the Mito-yama, Okutama town, Tokyo. Before the measurements, he also measured the apparent specific gravity, the absorption of water and the porosity. These experimental results are shown in Tables 1~18. Consequently, he found closely connected with the absorption ratio of water to the bearing-power of the test-pieces. As the increase of the absorption ratio of water, it decreases the bearing-power of test-pieces.

1. 要 旨

湿潤状態における岩石供試体の耐圧強度はそれが乾燥状態における耐圧強度よりも、一般に小さい数値を示している²⁾。この比較試験における湿潤状態というのは水中養生を18

1) 木下亀城、西原礼蔵：前出、1934.

* 東京都水道局

2) 倉持文雄：地学, 64, 1955.

日間行つたものである。

本報文においては、この湿潤状態としての水中養生期間を変化させた場合、その水中養生期間が岩石供試体の耐圧強度に、いかなる影響をあたえるかを 4 回にわたつて順次試験した。試料として用いた岩石は東京都西多摩郡奥多摩町と山梨県北都留郡小菅村との境界をなす、三頭山に露出する第三紀の石英閃緑岩¹⁾である。その結果、湿潤状態における岩石の耐圧強度は吸水量比と密接な関係にあり、吸水量比の増加は耐圧強度の低下を意味することが認められた。

吸水量比とはある期間水中養生した後の供試体の重量と、乾燥時の重量の差（その期間中に吸水した量）を乾燥時の重量にて除したものの百分率である。従つてその岩石の吸水量²⁾とは異なるものである。

2. 測 定

試料として第三紀の石英閃緑岩を用いたのであるが、この石英閃緑岩は一般に灰白色中粒顕晶質で、肉眼的に有色鉱物特に角閃石および黒雲母等が認められる。

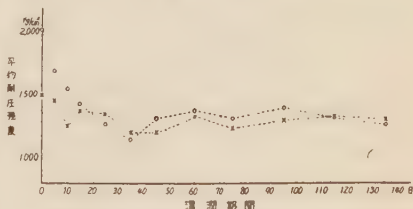
第 1 回試験 本測定試験には径約 40cm の 2 岩塊 (No.1 および No.2) を使用したのであるが、組成鉱物の容積比等は前掲³⁾のものとはほぼ同一である。この 2 岩塊からそれぞれ $5 \times 5 \times 5$ cm 立方状供試体を 36 個ずつ作成した。

上記 36 個の供試体を 3 個ずつの 12 組に分け、それらを次のような区分、即ち湿潤期間を 0, 5, 10, 15, 25, 35, 45, 60, 75, 95, 115 および 135 日とした。湿潤期間 0 日とは自然乾燥状態のものであり、その他は清水中に浸したもので、その湿潤期間は水中養生期間を示している。従つて供試体は上記の期間に達した際に、順次清水中から取出し、サムスラー型試験機で徐々に荷重を加えて破壊した。この場合、破壊する寸前に急激な変形が確認された場合にはその降伏荷重を、またそれが確認しえない場合には破壊荷重を用いて、それぞれの耐圧強度を求めた。その試験結果は第 1 表、第 2 表および第 1 図に示す通りである。

本測定試験は主に冬季に行つたものである。しかし水中養生の全期間を通じて、その水温は 10°C 前後を保っており、供試体におよぼす氷結等の影響は考えられない。

その結果をみると、耐圧強度においてやゝ不均整のものもあるが No.1 および No.2 石英閃緑岩とも自然の乾燥状態において最大の耐圧強度を示している。そしてその耐圧強度は両者とも水中養生期間を長期化するに従つて減少し、ある期間 (20 日) 以降はあまり

第 1 図



湿潤期間—平均耐圧強度図表

○…No. 1 石英閃緑岩

×…No. 2 石英閃緑岩

1) 藤本治義：関東地方，日本地方地質誌，49～50，1953。

2) 小山一郎：日本産石材精義，32，1931。（吸水量試験：試験方法は適宜の小破片を一定の時間大気中に乾燥せしめたる後，摂氏 15°C の清水中に 24 時間沈潜せしめ，其の増量を秤定して吸水量とし，之を百分率をもつて表示する）

3) 倉持文雄：岩鉱 40，231～232，1956。

第1表 石英閃緑岩

供試体 番 号	湿潤 期間 日	荷重面積 cm ²	降伏荷重ま たは破壊荷 重 ton	耐圧強度 kg/cm ²	平均耐圧強度 kg/cm ²
1		25.05	58.9	2,351.3	
2	0	25.10	33.8	1,346.6	2,020.1
3		25.10	59.3	2,362.5	
4		25.10	52.8	2,103.6	
5	5	25.10	39.3	1,565.7	1,694.9
6		25.15	35.6	1,415.5	
7		25.00	42.2	1,688.0	
8	10	25.10	36.8	1,466.1	1,543.1
9		25.15	37.1	1,475.1	
10		25.10	34.7	1,382.5	
11	15	25.15	41.2	1,638.2	1,438.9
12		25.00	32.4	1,296.0	
13		25.15	40.0	1,590.5	
14	25	25.05	26.9	1,075.8	1,262.5
15		25.15	28.2	1,121.3	
16		25.10	28.9	1,156.4	
17	35	25.05	29.1	1,161.7	1,146.3
18		25.05	28.2	1,125.7	
19		25.10	32.2	1,282.9	
20	45	25.05	33.4	1,333.3	1,309.9
21		25.20	33.1	1,313.5	
22		25.10	34.4	1,370.5	
23	60	25.10	34.3	1,366.5	1,359.9
24		25.10	33.7	1,342.6	
25		25.10	34.4	1,370.5	
26	75	25.05	33.2	1,325.3	1,307.6
27		25.10	30.8	1,227.1	
28		25.10	32.8	1,306.8	
29	95	25.10	33.6	1,338.6	1,394.4
30		25.10	38.6	1,537.8	
31		25.10	36.2	1,442.2	
32	115	24.95	31.1	1,246.5	1,313.2
33		25.10	31.4	1,251.0	
34		25.00	31.6	1,264.0	
35	135	25.05	31.9	1,273.5	1,259.4
36		25.15	31.2	1,240.6	

影響をうけないことが認められる。

第2回試験 前回の測

定試験において、石英閃緑岩の 5×5×5cm 立方体供試体の耐圧強度はあ
る水中養生期間以降は大
きな影響をうけないこと
が知れた。そこで本試験
においては、耐圧強度に
最も大きな影響をあたえ
る湿潤期間中で、その水
中養生に伴う吸水量比の
変化と耐圧強度との関係
を求めた。さらにその供
試体の弾性係数等の測定
をも試みた。

本測定試験には径約30
cmの岩塊(N₀.3)を使用
した。その組成鉱物の容
積比および粒径は第3
表、第2図及び第3図に
示す通りである。前記の
岩塊から 5×5×5cm 立
方状供試体を 25 個と、
5×5×0.5 cm 岩片を 3
個作成した。前者の供試
体で吸水量比と耐圧強度
との関係、後者の岩片で
見掛け比重、吸水率、有
孔率等の測定をそれぞれ

行つた。

(1) 岩片：3 個の岩片をまず 110°C 以下の乾燥器中に放置し、空気浴にて断続加熱して乾燥させる。そして試料が恒量となるまで放置して後、空気中で秤量する。これに要した時間は 31 時間である。次に大気圧のもとで蒸溜水 (13~14°C) 中に浸し、水分が完全に飽和するまで、即ち恒量となるまで浸して後、空気中で秤量する。これに要した時間は 97 時間である。さらに完全に水分が飽和した後に蒸溜水 (14°C) 中で秤量し、見掛け比重、吸水率、有孔率等を既報告¹⁾と同じ方法で求めた。その結果は第4表に示す通りである。

1) 倉持文雄：岩鉱，40，235，1956；41，76~77，1957。

(2) 供試体: 25個の

第 2 表 石 英 閃 緑 岩

供試体番号	湿潤期間 日	荷重面積 cm ²	降伏荷重 たわ破壊荷重 ton	耐圧強度 kg/cm ²	平均耐圧強度 kg/cm ²
1	0	25.25	40.6	1,607.9	1,501.1
2		25.20	35.1	1,398.4	
3		25.25	37.8	1,497.0	
4	5	25.15	39.6	1,574.6	1,457.4
5		25.20	37.1	1,472.2	
6		25.20	33.4	1,325.4	
7	10	25.20	36.2	1,436.5	1,256.2
8		25.15	32.8	1,304.2	
9		25.20	25.9	1,027.8	
10	15	25.20	33.2	1,317.5	1,367.0
11		25.20	33.4	1,325.4	
12		25.10	36.6	1,458.2	
13	25	25.10	38.4	1,529.9	1,355.0
14		25.05	29.0	1,161.7	
15		25.05	34.4	1,373.3	
16	35	25.00	30.7	1,228.0	1,193.8
17		25.05	31.8	1,269.5	
18		25.00	27.1	1,084.0	
19	45	25.00	27.8	1,112.0	1,197.8
20		25.05	31.2	1,245.5	
21		25.00	30.9	1,236.0	
22	60	25.05	33.5	1,337.3	1,321.8
23		25.10	32.8	1,306.8	
24		25.05	33.1	1,321.4	
25	75	25.00	27.2	1,088.0	1,225.9
26		25.10	33.4	1,330.7	
27		25.10	31.6	1,259.0	
28	95	25.10	33.2	1,322.7	1,297.0
29		25.05	31.6	1,261.5	
30		25.10	32.8	1,306.8	
31	115	25.10	34.8	1,386.5	1,323.6
32		25.10	32.1	1,278.9	
33		25.05	32.7	1,305.4	
34	135	25.00	31.2	1,248.0	1,291.8
35		25.00	36.6	1,464.0	
36		25.10	29.2	1,163.3	

乾燥状態にあるこれら 25 個の供試体を 3 個ずつの 8 組に分け、残り 1 個を弾性係数測定用とし、この 8 組を前と同様湿潤期間をそれぞれ 0, 5, 10, 15, 25, 35, 45 および 60 日とした。湿潤期間 0 日とは乾燥状態のものであり、その他は清水中に浸したもので、湿潤期間は水中養生期間を示している。供試体を清水中に浸した当初、その表面に細気泡が付着するので、毛筆をもつてたえず表面を拭い気泡の付着しないように努めた。水中養生期間が終了したならば、直ちに清水から供試体を取り出し、その表面に付着している水を拭いとり、空気中で秤量してその時の重量を求め吸水量比を算出する。さらに供試体をアムスラー型試験機により徐々に荷重を加えて破壊し、その時の耐圧強度を求めた。この場合荷重速度はほぼ一定とし、1 秒間当り 1kg/cm² と規定した。また試験機の加圧板と供試体の荷重面の間に Attachment を用い、さらに紙片をはさんで偏荷重をできるだけ避けるようにした。供試体の荷重面はそれぞれを岩塊から作成する際にあらかじめ規定し、各供試体とも荷重面はその岩塊においては同一方向を示している。

弾性係数測定用の供試体は前と同様乾燥状態とし、それに wire strain gage¹⁾ を荷重

1) Wire strain gage: Type C-1. 2 軸 90° 直交, gage length は 21mm, gage resistance は 119.65Ω, gage factor は 2.08.

第 3 表

No. 3 石英閃緑岩			No. 4 石英閃緑岩			No. 5 石英閃緑岩		
組成鉱物	容 積 比 %	粒 径 mm	容 積 比 %	粒 径 mm	容 積 比 %	粒 径 mm	容 積 比 %	粒 径 mm
石英	32.99	0.2~1.2	33.32	0.2~1.2	36.01	0.2~1.4		
長石	0.58	0.3~0.7	3.28	0.6~1.2	1.21	0.4~0.7		
斜長雲閃泥鉄	49.01	0.3~2.1	56.94	0.5~2.3	56.96	0.5~2.0		
黒角緑磁	—	—	3.09	0.4~1.2	1.42	0.3~0.6		
	2.37	0.8~1.8	2.51	0.3~0.8	3.18	0.2~0.6		
	14.34	1.0~3.5	0.31	1.2~2.8	1.00	0.4~1.2		
	0.70	0.1~0.5	0.56	0.1~0.5	0.23	0.1~0.4		
計	99.99		100.01		100.01			

第 2 図



1 No. 1, 2—No. 2, 3—No. 3

交差—コル, $\times 20$

面以外のそれに垂直な任意の 1 面の中央に 1 個接着させる。この strain gage にて荷重方向の短縮とそれに直交方向の延長とを測定する。即ち strain gage を wire resistance strain meter の測定用端子に接続し、アムスラー型試験機によつて供試体に徐々に荷重を加え、荷重 1ton 毎に交互に短縮、延長の両方向の電気抵抗の変化に伴う単位長さに対する変化、即ち $\Delta l/l$ を測定する。それからヤング率およびポアッソン比を求め、さらに剛性率および体積弾性率を算出した。それらの結果は第 5 表、第 6 表、第 4 図および第 5 図に示す通りである。

水中養生の全期間を通じて、その水温は $15\sim 17^{\circ}\text{C}$ である。それによると、乾燥状態にある供試体を大気圧のもとにおける清水中に浸した場合、その吸水作用は極めて短期間に行われる事が知れる。即ちこの石英閃緑岩の吸水率は $0.611\sim 0.674$ (第 4 表参照) であり、湿潤期間 5 日において、その吸水量比は $0.468\sim 0.487$ を示しているので、その約 75% は既に 5 日以内において吸水されるわけである。またそれ以降の吸水作用は比較的緩慢であることが認められる。

耐圧強度をみると乾燥状態のものが最も大きく、湿潤期間 5 日以降は急激に低下し、全期間を通じ殆んど一定値を示している。さらに吸水量比と耐圧強度の変化を比較

第 4 表

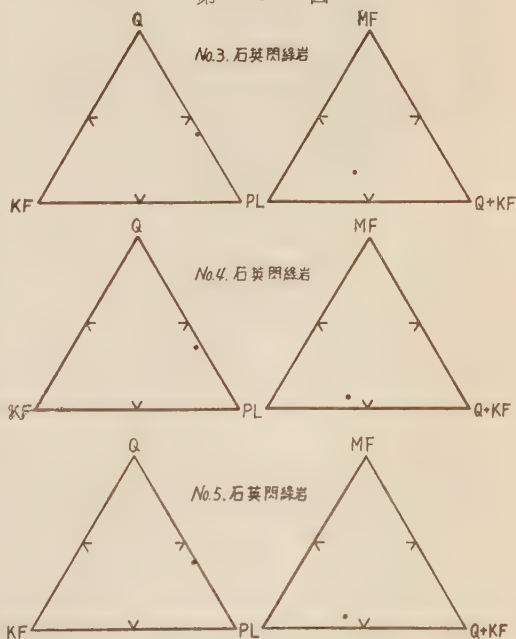
石 英 閃 綠 岩	試料 番号	大 き さ cm	W_1	W_2	W_3	見掛け 比 重	吸水率	有孔率
No. 3	1	$5.01 \times 5.01 \times 0.51$	34.38g	21.93g	34.59g	2.72	0.611%	1.659%
	2	$5.01 \times 5.02 \times 0.51$	34.29	21.89	34.52	2.72	0.671	1.821
	3	$5.01 \times 4.96 \times 0.52$	34.11	21.78	34.34	2.72	0.674	1.831
石 英 閃 綠 岩	試料 番号	大 き さ cm	W_1	W_2	W_3	見掛け 比 重	吸水率	有孔率
No. 4	1	$5.03 \times 5.03 \times 0.52$	34.88g	22.33g	35.09g	2.73	0.602%	1.644%
	2	$5.02 \times 5.03 \times 0.52$	35.23	22.54	35.45	2.73	0.624	1.705
	3	$5.02 \times 5.01 \times 0.51$	34.27	21.90	34.51	2.72	0.700	1.905
石 英 閃 綠 岩	試料 番号	大 き さ cm	W_1	W_2	W_3	見掛け 比 重	吸水率	有孔率
No. 5	1	$5.02 \times 5.02 \times 0.51$	34.71g	22.26g	34.94g	2.74	0.663%	1.816%
	2	$5.02 \times 5.02 \times 0.51$	35.04	22.46	35.27	2.74	0.656	1.799
	3	$5.02 \times 5.01 \times 0.51$	34.61	22.26	34.84	2.75	0.665	1.828

すると、極めて類似した傾向を示し、何等かの関係にあることが推察される。即ち吸量比の増加と耐圧強度の低減とが比例関係にあることが想定される。

第 3 回試験 前回の測定試験において、石英閃緑岩供試体の耐圧強度と吸水量比は湿潤期間 5 日以内で急激な変化が行われることが認められた。そこで本試験においては、前記の関係についてさらに検討するため、水中養生期間を細区分して、耐圧強度と吸水量比との関係を求めた。

本測定試験には径約 30cm の岩塊 (No. 4) を使用した。その組成鉱物の容積比および粒径は第 3 表、第 2 図および第 3 図に示す通りである。

第 3 図



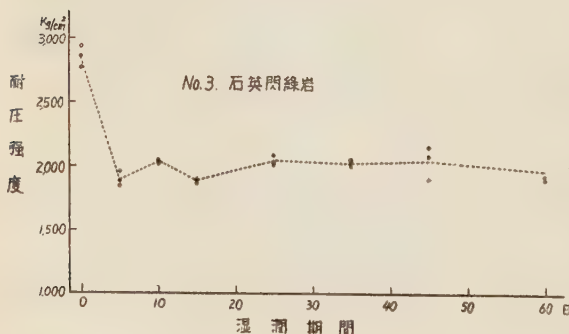
第 5 表 石 英 閃 緑 岩

試料 番号	湿润 期間 日	荷 重 面 積 cm ²	容 積 cm ³	乾燥時の 重 量 W g	比 重	湿润期間 終了時の 重 量 W' g	吸 水 量 比 $\frac{W'-W}{W} \times 100$ %	破 壊 耐 圧 荷 重 ton	耐 圧 強 度 kg/cm ²	平均耐 圧強度 kg/cm ²
1	0	25.15	126.25	341.72	2.71	—	—	67.3	2,675.9	2,675.9
2		25.20	126.50	341.19	2.70	—	—	70.2	2,785.7	
3	0	25.15	126.25	341.82	2.71	—	—	74.1	2,946.3	2,868.3
4		25.20	126.00	340.65	2.70	—	—	72.4	2,873.0	
5		25.10	125.75	339.70	2.70	341.29	0.408	49.3	1,964.1	
6	5	25.20	126.50	342.36	2.71	343.99	0.476	47.4	1,881.0	1,899.4
7		25.20	126.50	341.17	2.70	342.83	0.487	46.7	1,853.2	
8		25.20	126.25	340.73	2.70	342.49	0.517	50.8	2,015.9	
9	10	25.20	126.25	341.88	2.71	343.49	0.471	51.2	2,031.7	2,033.1
10		25.20	126.50	341.44	2.70	343.14	0.498	51.7	2,051.6	
11		25.20	126.25	341.52	2.71	343.12	0.468	47.9	1,900.8	
12	15	25.15	126.25	340.30	2.70	341.91	0.473	47.1	1,872.8	1,886.2
13		25.20	126.50	341.91	2.70	343.51	0.468	47.5	1,884.9	
14		25.15	126.25	341.53	2.71	343.16	0.477	50.6	2,011.9	
15	25	25.15	126.00	340.20	2.70	341.88	0.494	50.8	2,019.9	2,037.1
16		25.15	126.25	341.09	2.70	342.85	0.516	52.3	2,079.5	
17		25.15	126.00	340.02	2.70	341.84	0.535	50.4	2,004.0	
18	35	25.20	126.50	342.39	2.71	344.08	0.494	51.2	2,031.7	2,027.8
19		25.10	126.00	340.08	2.70	341.81	0.509	51.4	2,047.8	
20		25.20	126.25	339.79	2.69	341.61	0.536	52.5	2,083.3	
21	45	25.20	126.50	341.35	2.70	343.11	0.516	47.8	1,896.8	2,043.6
22		25.20	126.25	341.29	2.70	342.97	0.492	54.2	2,150.8	
23		25.20	126.50	342.30	2.71	344.08	0.520	48.3	1,916.7	
24	60	25.20	126.50	342.57	2.71	344.33	0.514	52.5	2,083.3	1,963.0
25		25.20	126.50	342.20	2.71	343.95	0.511	47.6	1,888.9	

No. 1 : 弾性係数測定用に供した。

比 重 : 乾燥時の重量と容積とから求めた。

第 4 図



前記の岩塊から $5 \times 5 \times 5$ cm 立方状供試体を 24 個と、さらに $5 \times 5 \times 0.5$ cm 岩片を 3 個作成した。供試体作成にあたって、その荷重面の方向を規定し、各供試体ともその方向は同一であるようにした。

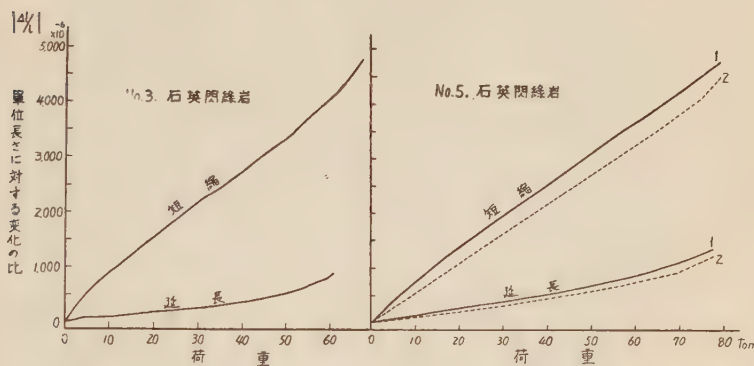
(1) 岩片 : この試験は前と同様な方法で

行つたものである。即ち 3 個の岩片を 110°C 以下の乾燥器中に放置し、空気浴にて断続加熱して乾燥させる。そして試料が恒量となるまで放置して後、空气中で秤量(W_1)す

第 6 表

	No. 3 石英閃緑岩	No. 5 石英閃緑岩	
		1	2
ヤング率 (dyne/cm ²)	6.4×10^{11}	6.8×10^{11}	7.3×10^{11}
ポアッソン比	0.17	0.24	0.24
体積弾性率 (dyne/cm ²)	3.2×10^{11}	4.5×10^{11}	4.8×10^{11}
剛性率 (dyne/cm ²)	2.7×10^{11}	2.7×10^{11}	2.9×10^{11}

第 5 図



る。これに要した時間は 40 時間である。次に大気圧のもとで蒸溜水 (11~14 °C) 中に浸し、水分が完全に飽和するまで没して後空气中で秤量 (W_3) する。これに要した時間は 160 時間である。さらに完全に水分が飽和した後に蒸溜水 (14 °C) 中で秤量 (W_2) し、見掛け比重、吸水率、有孔率等を求めた。その結果は第 8 表に示す通りである。

(2) 供試体： 24 個の供試体を前と同様 110 °C 以下の乾燥器中に放置し、空気浴にて断続加熱しそれが恒量となるまで乾燥させる。それに要した時間は 314 時間である。

乾燥状態にある 24 個の供試体を 2 個ずつの 12 組に分け、湿潤期間をそれぞれ 0, 1.5, 3, 6, 9, 24, 33, 48, 57, 72, 96 および 120 時間とした。湿潤期間 0 時間とは乾燥状態のものであり、その他は清水中に浸したもので湿潤期間は水中養生期間を示している。この操作は 20 °C 恒温室内で行ったもので、水中養生の全期間を通じてその水温は 18.0 ~ 19.6 °C である。供試体表面に付着する細気泡は毛筆でたえず拭い、それが付着しないように努めた。

水中養生期間が終了したならば、直ちに清水中から供試体を取り出し表面に付着している水を拭いとり、空气中で秤量してその時の重量を求め吸水量比を算出する。さらに供試体をアムスラー型試験機により、荷重を徐々に加えて破壊しその時の耐圧強度を求めた。この試験方法は第 2 回測定試験と全く同様である。それらの結果は第 7 表および第 6 図に示す通りである。

試料としての石英閃緑岩の吸水率は 0.602~0.700 (第 4 表参照) であり、湿潤期間

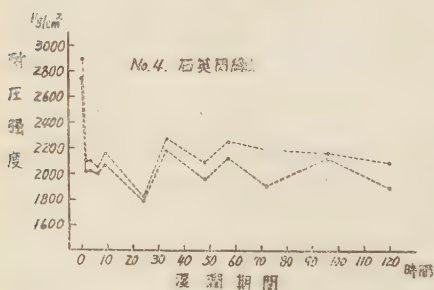
1.5 時間の吸水量比は 0.396~0.432 を示しているの、その約 64%は既に 1.5 時間以内において吸水されるわけである。また 120 時間における吸水量比は 0.540~0.541 で、吸水率のおよそ 80% を示している。これは第 2 回試験の湿潤期間 5 日の約 75%と比較的近似する。従つて吸水作用は極めて短期間に行われることが知れる。そして 3 時間以降のそれは比較的緩慢である。

第 7 表 石英閃緑岩

試料 番号	湿潤 期間 時間	荷重 面積 cm ²	容積 cm ³	乾燥時の 重量 g	比重	湿潤期間 終了時の 重量 g	吸水量比 $\frac{W'-W}{W} \times 100$ %	破壊 耐圧 荷重 ton	耐圧 強度 kg/cm ²	平均耐 圧強度 kg/cm ²
1	0	25.15	126.00	341.61	2.71	—	—	72.8	2,894.6	2,817.1
2		25.15	126.25	338.10	2.68	—	—	68.9	2,739.6	
3	1.5	25.20	126.25	341.28	2.70	342.63	0.396	52.7	2,091.3	2,047.7
4		25.15	126.00	340.20	2.70	341.67	0.432	50.4	2,004.0	
5	3	25.20	126.25	342.33	2.71	344.04	0.500	53.1	2,107.1	2,061.5
6		25.20	126.25	341.78	2.71	343.54	0.515	50.8	2,015.9	
7	6	25.20	126.50	341.86	2.70	343.60	0.509	50.2	1,992.1	2,019.9
8		25.20	126.50	341.52	2.70	343.19	0.489	51.6	2,047.6	
9	9	25.10	125.75	337.90	2.69	339.66	0.521	54.1	2,155.4	2,111.6
10		25.10	126.00	340.30	2.70	342.17	0.550	51.9	2,067.7	
11	24	25.15	126.00	342.15	2.72	343.82	0.488	45.6	1,815.1	1,801.2
12		25.15	126.25	341.62	2.71	343.32	0.498	45.0	1,789.3	
13	33	25.15	126.25	341.95	2.71	343.67	0.503	54.9	2,182.9	2,228.4
14		25.20	126.25	340.82	2.70	342.65	0.537	57.3	2,273.8	
15	48	25.20	126.50	340.49	2.69	342.26	0.520	52.5	2,083.3	2,015.8
16		25.10	125.75	341.11	2.71	342.85	0.510	48.9	1,948.2	
17	57	25.20	126.25	340.18	2.69	341.85	0.491	56.9	2,257.9	2,196.4
18		25.20	126.50	343.08	2.71	344.80	0.501	53.8	2,134.9	
19	72	25.20	126.50	341.32	2.70	343.13	0.530	55.2	2,190.5	2,043.7
20		25.20	126.50	342.04	2.70	343.82	0.520	47.8	1,896.8	
21	96	25.15	126.00	341.17	2.71	342.84	0.489	53.4	2,123.3	2,143.3
22		25.10	125.75	339.68	2.70	341.56	0.553	54.3	2,163.3	
23	120	25.15	126.00	340.64	2.70	342.48	0.540	47.5	1,888.7	1,986.0
24		25.20	126.50	341.75	2.71	343.60	0.541	52.5	2,083.3	

比重：乾燥時の重量と容積とから求めた。

第 6 図



耐圧強度は乾燥状態において最も大きく、水中養生に伴つて急激に減少し 1.5 時間以降はほぼ一定であると考えられる。従つてこの試験では、耐圧強度の急激な減少と吸水量比の増加との関係および吸水量比の緩慢な増加に伴う耐圧強度の変化等についての明瞭な結果はえられない。

第 4 回試験 前回の測定試験において、供試体の耐圧強度と吸水量比は

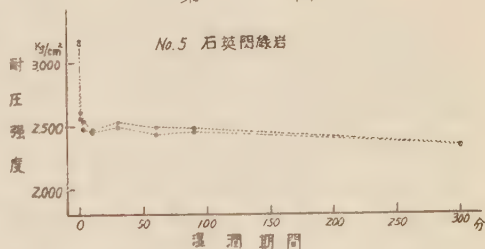
第 8 表 石 英 閃 緑 岩

試料 番号	湿 潤 期 間 分	荷 重 面 積 cm ²	容 積 cm ³	乾燥時の 重 量 g	比 重	湿潤期間 終了時の 重 量 g	吸水量 $\frac{W'-W}{W} \times 100$ %	破 壊 耐 圧 荷 重 強度 ton kg/cm ²	平均耐 圧強度 kg/cm ²
1	0	25.05	125.25	342.41	2.73	—	—	79.6	3,177.6
2	0	25.10	125.50	343.28	2.74	—	—	79.1	3,151.4
3	1	25.10	125.50	343.36	2.74	343.42	0.018	64.1	2,553.8
4	1	25.10	125.50	343.29	2.74	343.35	0.018	65.6	2,613.5
5	3	25.10	125.50	343.07	2.73	343.15	0.023	63.8	2,541.8
6	3	25.10	125.50	342.22	2.73	342.32	0.029	62.1	2,474.1
7	10	25.10	125.50	342.88	2.73	343.00	0.035	61.8	2,462.2
8	10	25.00	125.00	342.53	2.74	342.64	0.032	61.2	2,448.0
9	30	25.10	125.75	343.75	2.73	343.83	0.032	63.5	2,529.9
10	30	25.05	125.50	342.53	2.73	342.65	0.035	62.4	2,491.0
11	60	25.10	125.75	343.44	2.73	343.60	0.047	62.5	2,490.0
12	60	25.10	125.75	343.62	2.73	343.79	0.050	60.8	2,422.3
13	90	25.10	125.75	343.73	2.73	344.00	0.079	62.2	2,478.1
14	90	25.10	125.75	342.83	2.73	343.05	0.064	61.5	2,450.2
15	300	25.10	125.50	342.61	2.73	343.08	0.137	58.7	2,338.6
16	300	25.10	125.50	343.29	2.74	343.80	0.149	58.8	2,342.6

比 重：乾燥時の重量と容積とから求めた。

第 7 図

湿潤期間 1.5 時間以内で急激な変化が行われる事が認められる。本試験においては、前記の関係を検討するためさらに水中養生期間の初期を細区分して、耐圧強度と吸水量比との関係を求めた。さらにその供試体の乾燥状態における弾性係数等の測定を試みた。



本測定試験には径約 30cm の岩塊(No.5)を用いた。その組成鉱物の容積比および粒径は第 3 表、第 2 図および第 3 図に示す通りである。前記の岩塊から 5×5×5cm 立方状供試体を 16 個と、さらに 5×5×0.5cm 岩片を 3 個作成した。供試体の荷重面は作成の際に規定し、各供試体とも同一方向であるようにした。

(1) 岩片： 前回と同様 3 個の岩片を 110℃ 以下の乾燥器中に放置し、空気浴にて断続加熱して乾燥させる。そして試料が恒量となるまで放置して後空气中で秤量 (W_1) する。これに要した時間は 55 時間である。次に大気圧のもとで蒸溜水 (12~14℃) 中に浸し、水分が完全に飽和するまで浸して後空气中の秤量 (W_2) する。これに要した時間は約 95 時間である。さらに完全に水分が飽和した後蒸溜水 (15℃) 中で秤量 (W_3) し、見掛け比重、吸水率、有孔率等を求めた。その結果は第 4 表に示す通りである。

(2) 供試体： 16 個の供試体を前と同様 110℃ 以下の乾燥器中に放置し、空気浴にて断続加熱しそれが恒量となるまで乾燥する。それに要した時間は 366 時間である。

乾燥状態にあるこれら 16 個の供試体を 2 個ずつの 8 組に分け、湿潤期間をそれぞれ 0, 1, 3, 10, 30, 60, 90, および 300 分とした。湿潤期間 0 分とは乾燥状態のものであり、その他は清水中に浸したもので湿潤期間は水中養生期間を示している。この操作は 20°C 恒温室内で行ったもので、その水温は 17.2~18.2°C である。

水中養生期間が終了したならば直ちに清水中から供試体を取り出し、その表面に付着している水を拭いとり、空気中で秤量してその時の重量を求め吸水量比を算出する。さらにアムスラー型試験機により、荷重を徐々に加えて破壊しその時の耐圧強度を求めた。

弾性係数の測定には湿潤期間 0 分の乾燥状態の供試体 1 および 2 を用いた。即ち 2 個の供試体の荷重面以外の、それに垂直な任意の 1 面の中央に wire strain gage を 1 個接着させ、これによつて荷重方向の短縮とそれに直交方向の延長とを交互に測定する。上記の試験方法は第 2 回測定試験と全く同様で、これらの測定値から弾性係数を求めた。その結果は第 6 表、第 8 表、第 5 図および第 7 図に示す通りである。

測定試料の吸水率は 0.656~0.665% (第 4 表参照) で、湿潤期間 300 分の吸水量比は 0.137~0.149 である。従つて前回の試料よりも吸水作用は緩慢である。吸水量比をみると、吸水作用は清水に浸した当初は速に行われ、それ以降は比較的緩慢に行われる。

耐圧強度は乾燥時において最大を示し、清水に浸すと急激に低下し、それ以降は緩慢に低下する。即ち耐圧強度は水中養生期間 1 分において既に急激な低下を示し、その湿潤期間の増大とともにその値は徐々に低減する。即ち吸水量比の増加と耐圧強度の低減とは密接な関係にあることが認められる。

3. 結 語

供試体測定試験においては、同様に水中養生を行いそれが終了後清水中から取出し、供試体の表面に付着している水分を布で拭取つて秤量し、さらに強度試験を行つたのであるが、第 4 回測定試験においては、水中養生期間に比し上記の操作時間が比較的長いので、特に注意した。例えば秤量後強度試験を行うまでは再び清水中に浸して供試体を移動する等の方法を取り、不必要な吸水の蒸発を避けるようにした。

岩石の耐圧強度は同一試料においても、乾燥状態と湿潤状態とでは大きな差異があり、湿潤状態におけるよりも乾燥状態における方が、一般に大きな数値を示すことは前述の通りである。本報文は岩石の耐圧強度の減少が何に関係しているかについて、順次行つた試験結果をまとめたものである。その結果、岩石の吸水作用は一般に清水中に浸すと同時に極めて速に行われ、それに伴つて耐圧強度も急激に変化することが認められる。そして吸水量比の増加は耐圧強度の減少と密接な関係にあることが知れる。また 5×5×5cm 立方状供試体の耐圧強度の低減、従つて吸水量比の増加は水中養生期間 1~3 分で急激な変化が認められる。一般に岩石の耐圧強度を求めるには、その目的によつても異なるが乾燥状態におけるよりも、ある期間水中養生を行つた湿潤状態で試験する方がよい。その水中養生期間は耐圧強度の低減率の緩慢化する点において求めるのが最もよいと思う。従つて個々の岩石の種類等によつて異つてくる。筆者が各種の岩石の耐圧強度試験における、水中養生の最小期間を 15 日と定めているのは湿潤期間の耐圧強度におよぼす影響の比較的小さくなる傾向を考慮した結果である。

本報文発表に際し、種々御教示を賜つた小河内貯水池建設事務所長佐藤志郎氏に対して深甚なる感謝の意を表する。

鉱物学及び結晶学

8076, 酸化トリウム, ベリクレーズ及び 金剛石の熱膨脹 Skinner, B. J.

著者は 0° から 1000°C 迄の加熱実験に使用し得る X 線カメラを考案した。カメラは中心にスリット部分を残した電気炉を置き、試料は粉末の棒にして中に立てる。カートリツヂの内直径は 16cm で $\theta=45^{\circ}$ 以上の回折像を得られる様に扇状に作られている。電気炉の熱輻射は水の筒で囲んで之を抑へた。試料とした ThO_2 には Si , Mg 不純物として見出されている。之等が ThO_2 に dissolve して物理的性質に影響を与えているかどうかは明瞭でないが、其の得られた線膨脹係数 (α_a) は $0.6216 \times 10^{-5} + 3.541 \times 10^{-9} T - 0.1125 T^{-2}$ で、体膨脹係数 (α_v) は $1.865 \times 10^{-5} + 10.96 \times 10^{-9} T - 0.3375 T^{-2}$ (T は 298° から 1075°K 迄) である。ベリクレーズは著者の外、多くの人に依つて研究されて来たが、体膨脹係数の温度に対する曲線は 373°K から低温度に向い急激に下降する。その α_a は $1.411 \times 10^{-5} + 1.210 \times 10^{-9} T - 0.5854 T^{-2}$ で α_v は $4.232 \times 10^{-5} + 3.630 \times 10^{-9} T - 1.756 T^{-2}$ (T は 298° から 973°K 迄) である。金剛石では、人により実験値に比較的差が認められるが、これは実験誤差よりは成分の違いによるものであらう。著者は市販の金剛石粉と西南アフリカ産の金剛石に就いて実験を行つてゐるが、前者の膨脹率は後者の夫より 10% 小である。後者の α_a は $0.09613 \times 10^{-5} + 3.522 \times 10^{-9} T - 0.0888 T^{-2}$ で、 α_v は $0.2884 \times 10^{-5} + 10.57 \times 10^{-9} T - 0.2665$

T^{-2} (T は 298° から 973°K 迄) である。尚、著者は上記の三鉱物に対し単位格子の大きさ (a_0) として ThO_2 では $a_0 = 5.5925 \pm 0.0001 \text{\AA}$, ベリクレーズでは $a_0 = 4.2117 \pm 0.0002 \text{\AA}$, 金剛石では $a_0 = 3.56688 \pm 0.00009 \text{\AA}$ (何れも 298.16°K に於ける値) なる値を出している。
(*Am. Min.*, **42**, 39~55, 1957) [関]

8077, ビルマ産の新鉱物 painite

Claringbull, G. F. P., Payne, C. J.

ビルマ Mogok 州のルビー鉱山の砂鉱中から見出された赤色透明の結晶は新鉱物と決定された。この結晶は重さ 1.7g の自形結晶で、測角の結果 $c(0001)$, $a\{10\bar{1}0\}$, $m\{11\bar{2}0\}$, $h\{12\bar{3}0\}$, $l\{13\bar{4}0\}$, $c\{11\bar{2}1\}$ 等多くの結晶面が認められた。微量分析の結果は Al_2O_3 76.3, SiO_2 5.6, B_2O_3 2.2, CaO 15.7, H_2O 0.7, 計 100.4% で、化学式は $\text{Ca}_4\text{Si B Al}_{20}\text{O}_{38}$ に相当する。比重は 4.01 で屈折率は $\omega = 1.8159$, $\varepsilon = 1.7875$, 硬度は 8 である。 $a = 8.725$, $c = 8.46 \text{\AA}$ の六方単位格子をもち、空間群は $P6_3$, $P6_3/m$ 或いは $P6_3 22$ である。鉱物名は、この結晶の異常性を認め、試料を London に送付した A. C. D. Pain 氏に因んで名付けられた。
(*Min. Mag.*, **31**, 420~425, 1957)

[長谷川]

8078, 染色法による方解石と苦灰石の 識別 Mitchell, J.

染色液はアリザリンスルホン酸ソーダ (alizarin red S) 0.1g を $1/10N\cdot\text{HCl}$ 100cc に溶解したものである。Cover glass をつけない薄片を 40°C に暖めたこの染色液中に 30 秒浸す。その後よく水洗すれば、方解石だけが紅紫色に染まり、苦灰石は変化がない。これは稀薄な

酸に対する両者の溶解度の差に基くものである。

(Colonial Geol. Min. Resources, 6, 182, 1956; Cer. Abstr. May, 120, 1957) [長谷川]

8079, 含水珪酸塩の結晶化学: I, Torbermorite 格子中に於ける Al の置換 Kalousek, G. L.

石灰, カオリン, 微晶質石英(tripoli)の種々の割合の混合体 (CaO 42.7~50.0, SiO_2 26.9~57.1, Al_2O_3 0.2~22.9%) をオートクレーブ中で $170\sim 175^\circ$ で 8~16 時間熱水処理をし, 生成物を D. T. A 分析及び X 線解析によつて調べた。生成された結晶は torbermorite $4\text{CaO} \cdot 5\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ で, 原料中に Al_2O_3 が多いと 4~5% の Al_2O_3 を含む。さらに Al_2O_3 の多いものからは hydrogarnet $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ を生ずる。Al を含む torbermorite はその構造中, 4 面体の Si^4 の一部が Al によつて置換されて生じたものと思はれる。(Jour. Am. Cer. Soc., 40, 74~80, 1957)

[長谷川]

岩石学及び火山学

8080, 岩漿ガスに於ける化学的平衡

Ellis, A. J.

ガス系の理論的計算結果と実際に採取した岩漿ガスの分析結果とから, 両者間にいかなる関係があるかを研究したものである。岩漿ガス中に見られる $\text{H}_2\text{O}-\text{S}_2$, $\text{H}_2\text{O}-\text{S}_2-\text{H}_2$, $\text{H}_2\text{O}-\text{S}_2-\text{O}_2$, $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{S}_2-\text{H}_2$ 系ガスに就て, 岩漿中に於けると大体同一組成のものに就き熱力学的資料に基づいて, 広範囲に変化する温度-圧力に対し理論的組成を算出した。 $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{S}_2-\text{H}_2$ 系に於ては, 温度に対する理論的分子ガス組成の変化は天然ガスに於

ける組成のそれと一致することが分り, 之は SO_2 , CO , H_2 を持つ高温ガスから, 主として CO_2 , H_2S より成る低温の温泉ガスに至る迄適応する。ある深さの母熔岩中で炭酸塩と硫化物が平衡状態で存在する高温, 高压の CO_2 及び H_2S 水溶液は, 圧力の減退により地表に於ける岩漿ガスに見られる普通の組成のものに変化する。天然岩漿蒸気に於て, 理論的にいかなる温度でも, HCl , NH_3 , CH_4 , COS の如き他の成分の存在が予想されるという事は, 岩漿ガスが化学的平衡状態に近づくと言う証拠である。(Am. Jour. Sci., 255, 416~431, 1957) [植田]

8081, ベグマタイトと周囲岩石との関係 Reitan, P.

南部ノールウェイ, Risør, St. Hansholmen 島の南岸は普通 Precambrian の縞状片麻岩で, 片麻岩と角閃岩との互層から成る。本地域は 1/200 の詳細な地質図がつくられた。角閃岩は普通角閃石, 斜長石から成る。片麻岩は斜長石, 石英, 微斜長石, 少量の黒雲母, 磁鉄鉱から成る。両者共斜長石は $\text{An}_{66}\sim\text{An}_{27}$ である。ベグマタイトは 3 型があり, (1) 紅色微斜長石にとむ脈で上記各岩石を横切る。他は白色ベグマイトで角閃岩に限つて伴い, (2) 該岩中に脈状をなすものと (3) 該岩の boundin 間を充填するものがある。斜長石は (1) An_{35} , (2) An_{30} (3) An_{23} である。本島の構造は片理は殆ど垂直, 走向 EW~WSW で, 急斜した同斜褶曲である。(2) は裂罅充填様式で主に対角線状に交叉する 2 方向優勢で, その中 1 方向は著しく褶曲の両翼にある。大きい褶曲の翼上では角閃岩破碎され boudin となり, その間を充して (3) がある。boudin は動力変成作用中片麻岩と角閃岩との剛性の差によると考へられる。白色ベグマタイトの起源に就

いて(1)岩漿性、(2)熱水性、(3)変成分化が考へられる。此等を詳細に検討して次の様に述べる。即ち本地域が変形運動を受けつつある時に起る低圧地域向け間隙を通る滲透相から結晶したとする。そのアルカリ含有量はペグマタイト生成の温度が岩漿温度の範囲より低いことを示す。片麻岩中の微斜長石含有量の特殊な変化は縞状片麻岩が示す様な変成分化による起源を支持する様に考へられる。

(1)のペグマタイトに就いては殆んど述べてない。(Norsk Geol. Tidsskr., 36, 213~239, 1956) [千藤]

8082, Mont Garibaldi 地域の第四紀火山岩類 Mathews, W. H.

British Colombia 南部 Coast Mountains の Mt. Garibaldi 地域には Pliocene(?) の熔岩、火山碎屑岩から成る玄武岩~石英安山岩の火山岩系列及び rhyodacite ガラスの貫入岩がある。15×25 哩内に 30 以上の火山中心がある。此等岩石の造岩鉱物の詳細な記載がある。斜長石一斑晶及び微晶の双晶軸、接合面、劈開面の方位をステレオ投影し、Nikitin の低温型曲線、Kaaden の高温型曲線に比較すると、後者に一致する。 $An_{74} \sim An_{33}$ で、一般に同一岩石の石英基分より An にとむ。逆累帯構造の捕獲晶を含む。又種々の双晶型の頻度を測定している。珪酸鉱物—石英安山岩中にクリストバル石、石英がある。角閃石—石英安山岩中にあり、緑色及褐色で酸化角閃石もあり、オバサイト化もしている。斜方輝石—石英安山岩及び安山岩中にあり、 $En_{95} \sim En_{70}$ 、単斜輝石—玄武岩、安山岩及び石英安山岩にあり、成分を光学性から決定し、 $En-Fs-Hd-Di$ 図に点示する。透輝石—透輝石質普通輝石である。橄欖石—玄武岩及び安山岩中の斑晶として認められ、その成分は $Fo_8 \sim Fo_{18}$ である。

本地域の各岩石 16 個の化学分析を挙げ SiO_2 -酸化物、 SiO_2 -ノルム鉱物の変化図を示す。一般に K_2O 、 Fe に乏しく Al_2O_3 、 CaO 富む。変化図は High Cascade 及 Lassen Peak の火山岩平均に極似する(アルカリ石灰指数 64)。岩石熔融物の屈折率が SiO_2 量に平行して変化する事を示し、変化図に両者を併用している。各岩型の岩石学的性質、噴出容積、多量の石英、長石捕獲晶等から本岩石系列が附近の石英閃緑岩に依つて混成せられた玄武岩質岩漿が噴出時の重力撰別を受けながら分化したものと述べている。(Am. Jour. Sci., 255, 400~415, 1957) [千藤]

8083, Donegal 州 Ardara 深成岩体の北部接觸變成帯 Akaad, M. K.

Ardara 花崗岩体の北方母岩は下部より Maas semi-pelite, Portnoo limestone group, Clooney pelitic group より成り、之の花崗岩体により接觸變成帯の外側は變成作用が微弱であるが内部花崗岩体に近い所では広い andalusite 帯を形成し、さらに接觸部附近には細い sillimanite 帯を作っている。Andalusite ホルンフェルス中には staurolite, garnet を包有し、又 andalusite 自身も大きな結晶中に不規則な形の andalusite を包裹し、二期に互る結晶作用が行われたことを示している。Semi-pelite 及び upper pelite 中にも早期と後期とに結晶した二種類の garnet が見られる。定方位を持つ chiastolite 変斑晶、壊れた garnet 及び plagioclase 変斑晶は回転した形跡の包裹物を持ち、運動と熱影響の両者があつた事を示す。又 Ardara 深成岩自身も二相の岩漿の侵入によつて形成されたもので、最初の岩相は混成された quartz-diorite 及び granodiorite 岩漿より又他の岩相は未混成の granod-

iorite 岩漿の固結に依つて形成されたもので、之は末た液体状態にある core を貫いて侵入したものである。(Geol. Mag., 93, 377~392, 1956) [植田]

金属 鉱 床 学

8084, 硫黄の同位元素と鉱物共生 Jensen, M. L.

硫化鉱物中の同位元素 S^{32}/S^{34} 比は同一鉱床では近似値をとると云われているが筆者はこの点を 鉱物共生面より研究してその結果を成因的なものに関係づけようと試みた。

Mackinaw 鉱山産黄銅鉱と離溶キューバ鉱は 22.10, 22.10‰と殆んど同じ S^{32}/S^{34} 比を又 Frood 鉱山産の同時生成縞状黄銅鉱一磁硫鉄鉱は 22.18‰, 22.19‰の値を示した。晶出順序の明瞭なものについては、産地不明の方鉛鉱、閃亜鉛鉱、方鉛鉱が 22.39, 22.21, 22.19 と早期より晩期に従つて減少する値をとつたが Vignus 産の黄鉄鉱を覆う後期晶出閃亜鉛鉱は各々 22.11 と同値を示した。次に Marsden's 鉱山産、22.09 の方鉛鉱を覆う 2 次白鉄鉱は 22.39 を示した。この様に 2 次鉱物が初生鉱物より大なる値をもつ傾向はその他の試料からも確かめられた。

此れ等より S^{32}/S^{34} は鉱物成因と密接な関聯性を示し、 $0.x \sim 0.0.x$ 程度の差は両鉱物の鉱液源及び通路等成因的な意味を示し、それ以下の小差は生成時の温度変化、それ以上の差異は成因的に無関係な或は不平衡な関係を暗示すると考えられる。更に 2 次的成因をもつ鉱物の交代作用は同位元素比増大の事実から、交代に際して金属イオンのみならず S イオンの移動も行われたであろうとその交代機構に就いても論じている。なお S^{32}/S^{34} は

鉱物種によつて特徴ある値を示さない。(Econ. Geol., 52, 269~281, 1957)

[田代]

8085, Giant Yellowknife 金鉱山の鉱物学 Coleman, L. C.

本鉱床は岩漿起源による熱水性鉱床で、産出鉱物の晶出順序は第 1 期(黄鉄鉱, 硫砒鉄鉱), 第 2 期(閃亜鉛鉱, 黄銅鉱, 磁硫鉄鉱), 第 3 期(毛鉱, 硫安鉄鉱, 車骨鉱, 黝銅鉱, 方鉛鉱, 輝安鉱, 硫砒ニツケル鉱, gudmundite, 白鉄鉱, 閃安鉛鉱, meneghinite, 輝安銅鉱)で、金はこの内、主として硫砒鉄鉱と密接に共生する他、稀に黄鉄鉱, 石英, 晩期の硫化鉱物, 硫塩鉱物にも伴う。各種鉱物の分布状態には著しい規則性は認められないが Sb 系鉱物と Pb 系鉱物が共存する例はない。Kullerud の FeS-ZnS 平衡図に従つて第 2 期生成の閃亜鉛鉱の生成温度を推定すれば 365~560°C となり、更にこの閃亜鉛鉱中には懸滴状、葉片状黄銅鉱が観察され、Buerger によればその離溶温度は 350~400°C とされ、これらの結果から少くとも第 2 期の鉱化作用は 360~500°C 以上と思われ、金の鉱化作用はそれ以前の所謂深成高温期に営まれたものと考えられる。但し、前述の如き晩期の硫化鉱物, 硫塩鉱物と共生する金は第 1 期に晶出した既存の金が後期熱水溶液と反応、交代等の複合作用を行い、現在見られる如き鉱床を生成したものと思われる。(Econ. Geol., 52, 400~425, 1957)

[阿部宏]

8086, Montana に於けるウランの可能性について Armstrong, F. C.

Montana の中央部、東部及び西南部の地質環境は、Colorado 台地、Wyoming の北東地域、Ontario の Blind River, Africa の Rand 等、有名なウラン鉱床地帯のそれと極めて類似してい

る。即ち当地域の地質は古生代、中生代、第三紀の堆積岩類と、花崗岩質、アルカリ岩質岩石（閃長岩、石英閃長岩、閃長岩質斑岩、シヨンキン岩、粗面岩、響岩質斑岩）が餅盤、岩瘤、岩床、岩脈状をなしており、これら火成岩類の成分、産状及び地質構造は Colorado 台地のものと良く一致する。更に東部 Montana の砂岩 (late Cretaceous) 中には僅量ながら未同定ウラン鉱物が存在し、含ウラン亜炭、含ウラン石灰質砂岩も発見されている。一方、古生代～第三紀に至る前記堆積岩に於ては、随所に放射能異常が認められ「その堆積条件も Ontario 或は Africa のそれと近似している。上記の事柄から、本地域には可なり有望なウラン鉱床が期待される。因に、Colorado に於てはセレンが鉱石探査の有効な指針となつてゐるが、当地ではセレンの存在が比較的普遍的であるため、特に探査の指針とはならない。」(Econ. Geol., 52, 211～224, 1957) [阿部宏]

8087, 鉱体探査の要素 Bichan, W. J.

鉱体探査に要する調査として 1) 破碎及び裂隙形成に関係する岩石の変形能力, 2) 破碎及び裂隙系の様式と大さ, 3) 鉱液通路, 4) 張力裂隙, 5) 火成岩との関係及びそれに関連する鉱床生成の温度状態, 6) 鉱化状況, 7) 鉱床と裂隙形成の時間的關係, 等の問題をあげて要説し, その例としてカナダ採鉱冶金教室編の Structural Geology of Canadian Ore Deposits の論文中より各項に該当する幾つかの箇所を抜萃して説明している。これによれば 200 以上を対象としたカナダ鉱床群の鉱体開発は Cordillera, Shield, 及び全地区順に次の割合で各項に関係があつたという。1) 57, 40, 43, 2) 66, 40, 52, 3) 66, 65, 65, 4) 6, 38, 30, 5) 56, 74, 70, 6) いずれも

1% 以下, 7) 15, 16, 16%。(Econ. Geol., 52, 99～114, 1957) [田代]

石油鉱床学

8088, 石油の産状 Knebel, G. M., Rodriguez-eraso, G.

堆積盆地の石油の産状について、自由世界の主要油田 236 油田の資料から 1) geographical location 2) basin position 3) type of trap 4) lithology of reservoir 5) geologic age of reservoir 6) gravity of crude 7) chemical base of crude 8) subsurface depth of occurrence 9) time of discovery の 9 項目について統計的にまとめている。1) は北アメリカ, 南アメリカ, ヨーロッパ, アフリカ, 中央アジア, 極東, 6 地区にわけて油田別に分類している。2) は depositional basin と structural (present) basin の 2 つに分けているが, hinge が産油量が最大で shelf, deep basin, rim の産油量は basin の形で異つてゐる。3) は anticline, fault, unconformity, reef, other structure, combination の 6 段階にわけているが, anticline が全産油量の 80% を示め, 油田数も 236 油田の 58.2% をしめる。4) は油礫岩の岩相を sand, carbonote, other fracture の 3 段階に分け, sand が全産油量の 59% 全油田数の 61.7% におよぶ。5) は産油量は中生代が最大で第三紀, 古生代, の順となるが, 油田数は第三紀, 古生代, 中生代の順となつてゐる。6) は A. P. I. gravity を light (30° 以上), medium ($22\sim 30^{\circ}$), heavy (22° 以下) に分け大部分が light に属する。7) は paraffinic, mixed, asphaltic の 3 つに分けると全世界の油の 75.3%

が mixed に属するが、中央アジアの原油をのぞくと、asphatic が 43.9% で最大となる。8) は 3000~4000 feet が一番多い。9) は 1917 年西部 venezuela の Boliver coastal 油田が発見されて産油量が急に増して以来 10 年周期で産油量が增大している傾向がうかがわれる。以上の 9 項目について図表と共に説明している。(Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., 40, 547~561, 1956) [阿部] 8089, スウペリオル湖 Silver Bay 地域の湖底質について Swain, F. M., Prokopovich, N.,

スウペリオル湖の湖成堆積物が、西岸の Silver Bay 附近、約 15 平方マイルにわたる地域の、29箇所の地点から採取された。これらの底質について、その物理的、化学的、生物的諸性質を、岩相層序の立場から詳細にしらべた。この湖水は、溶解固形物の全量僅かに 50~100 ppm に過ぎず、また有機物の生産力も低く、貧栄養湖の湖である。底質は主として赤褐色の砂まじりのシルト質粘土で Beaver 河の河口に近づくにつれ漸次砂質となつている。採取された試料について Munsell color chart を用いて底質の色の変化をしらべ、また pH, 酸化還元電位、放射能の測定、粒度組成、含湿量、化学組成、鉱物組成、有機物組成等をしらべた。その結果、Silver Bay 附近の底質は、2 つの color facies と、2 つの顕著な biofacies に区分されることが認められた。即ち、岸に近い場所では赤褐色粘土で、これは Precambrian の風化した Keweenawan の火成岩に由来する酸化鉄による着色と思われる。湖岸からはなれた場所では、次第に赤色の粘土層から灰色の粘土層に変わり、これは続成作用の結果、酸化鉄の還元によるものであろう。更に湖岸に近い堆積物は一般

に oligochaete-malacostracan biofacies であるが、湖岸から遠ざかった場所での堆積物は diatomaceous biofacies で特徴づけられる。尚クロマトグラフ分析で瀝青様物質をしらべ、これをミネソタ州中央部の 2・3 の富栄養湖の堆積物中のものと比較してみると、Silver Bay 附近のものは、相対的に芳香族、飽和炭化水素は約 2 倍程多く、アスファルト分は少く 1/2 程度に過ぎないことが認められた。この様な相異は、湖の環境に関連する問題として興味深い。(Bull. Geol. Soc. Am., 68, 527~542, 1957) [島田] 8090, Denber basin の集油構造 Murray, H. J.

コロラド州 Denber 堆積盆地からは 1949 年より 1956 年初めまでに、240 の油・瓦斯田から 8500 万バレルの油と共に多量のガスを産出している。これらは Lower Cretaceous の Dakata sandstone 中の所謂 D, J zone 中に賦存するもので、出油地域に於ける "D" zone は一連のシルト岩からなりその中にレンズ状乃至靴紐状 (shoestring) 砂岩が狭在する。また "J" zone は更に連続性のある砂岩からなり、その中に多数のシルトや頁岩の barrier が、特にその上部に多く含まれる。約半数は stratigraphic trap による油の集積であるが、少なくともその中で最大の出油地域である Adena, Little Beaver, Harrisburg 及 Bobcat は stratigraphic control によるものである。この "D", "J" メンバーの粒度及び浸透率の水平、垂直的変移は, stratigraphic anomaly と関連して、或はこれとは無関係に油の地域的集積を支配しており、貯溜槽の形態から、(1) 独立した sand lenses, (2) shoestring sand bodies (3) 砂岩中の updip barriers, (4) 貯溜砂岩上部の updip drop, 及び (5) 砂

の不規則は cementation, 以上の 5 つに区別される。この地域の集油条件を探究することは必要であるが、少なくとも以上の資料は同様な他地域の探査上有効であろう。(Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol., **41**, 839~847, 1957) [加藤]

8091, Porous Cup Electrodeによる溶液の直接分光分析 Feldman, C.

筆者は溶液の分光分析に始めて porous cup electrode を採用し、直径 0.25" の炭素電極を 1.5" の長さで切断し、内径 0.125" の穴をうがち、一端は 1.1mm 残こし、この細長い炭素電極の穴に試料溶液を 0.2~0.3cc 入れ、5~10sec 予備放電する。液が放電面に浸出するので 15 秒程まつてから再び放電せしめて撮影する。この方法は検出感度が高く、Feldman は次の様な結果を得た。0.01~0.1 ppm (Be, Mg), 0.1~1.0ppm (Ag, Al, B, Li), 1.0~10ppm (Bi, Cb, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, In, La, Mn, Ni, Pb, Re, Ti, V, Zr), 10~100ppm (As, Au, Ce, Cs, Hg, P, Pt, Ru, Sb, Sn, Th, Zn), 100~1000ppm (Te, W)。電極間隙は 2mm。(Anal. Chem. **21**, 1041~1046, 1949)

[阿部]

8092, 石油の微量元素の決定 Carlson, M. T., Gunn, E. L.

Quenched electrode method の検出感度は 0.1~0.01% であつて、更に高い感度 2~100ppm の範囲を分析するために、筆者等は cathode layer method を用いて分光分析を石油の微量元素の決定に用いた。電極は quenched electrode と同様にあらかじめ灼熱したのち、油中に 10 分間浸して引き上げこれを下極とし、上極は炭素棒電極を用いて、10 アンペアの直流弧光を通じて分析した。内標

準として cobalt acetate と lithum hydroxide を silicagel percolated mineral oil, n-hexadecane, c.p. distilled オレイン 酸に加え標準試料を作つた。石油中の Fe, Ni, Cr, V, Ca, Na, Si, Al を分析し Fe では最大誤差が 24% であつた。(Anal. Chem. **22**, 1118~1120, 1950) [阿部]

8093, 石油の微量元素の決定 Karchmer, J. H., Gunn, E. L.

石油及び油中の元素の影響、元素の存在の状態についてのべた後、直接分析法を概観し分析例をあげている。3つの原油の geological origin の identification に応用した例を示している。筆者等は Devonian, Silurian, Elenburgen の geological formation について、原産地別の原油に対して分析を行い説明を加えている。原油は 20% に濃縮したものについて分析し、元の量に換算して分光分析と化学分析とを比較して表示している。説明不充分であるが、この表から含有量の相違からその原油の生成起源に関する区別が明らかとなり、他の物理、化学的のいかなる方法もこれほど判然と区別する事が不可能であると結んでいる。又間接法についてもまとめ、自己の研究室での発光分析法を紹介している。matrix の主成分としては炭酸リシウムを用い、これに ash 数 mg を加えて分析する。合成試料についても違つた研究所で分析した結果 Fe, Na の 3~100ppm, Ni, Cr, V の 1~20ppm に対して $\pm 10 \sim \pm 30\%$ の accuracy であり、同じ試料についての比色法による分析の accuracy はおよそ $\pm 8\%$ であつた。直接法が微量元素の分析に有望であると結んでいる。(Anal. Chem. **24**, 1733~1741, 1952)

[阿部]

参 考 科 学

8094, 硝子内に含有されるガス成分の研究 (第 6, 7 報) 岡村 恒夫

As_2O_3 , Sb_2O_3 等の清澄剤を含め $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{SiO}_2$ 系硝子を、高温、高真空中で安全にガスを除いた後、1 気圧の CO 中で 1 時間定温度に加熱し、1100~1400°C 間の CO の溶解度を測定し、硝子の発色、比重、失透温度に及ぼす影響を研究した。CO を溶解させた硝子は薄い緑褐色を帯び、溶解温度の上昇につれ褐色が濃くなる。又試料表面には色の濃い薄層が生じる。この発色の原因は Fe の存よりも S の含有による。比重はガス溶解温度の上昇と共に増す傾向がある。失透温度は殆んど変らないが、1250° で長時間溶解せしめると、やゝ高くなる傾向がある。CO を溶解した硝子を真空中で再熔融し、放出されるガスを定量した所、CO は放出されず、 H_2O の放出が認められた。これは CO が素地中に拡散して OH イオンと作用し、 H_2O を生じているものと考えられる。

上記と同様の実験を Ar について行つた。溶解度は O_2 , CO_2 , SO_2 , CO 等に比すと小さく、又温度による差異も少い。Ar 溶解後の硝子には色調の変化なく、比重、失透温度共に他のガスの場合に較べて加熱に度温よる影響は最も少く、差異は殆んどない。しかし Ar 気中で再熔融すると差異が認められ、比重は 1200°C で再熔融した時に最低値を示した。尚真空中で再熔融し、放出ガスを定量した所、Ar は認められず、他のガスに比し少量ではあるが、一定量の H_2O の放出が認められた。(旭硝子研報, 6, 75~88, 89~97, 1956) [横山]

8095, 分解觸媒中の金属含有物の分光分析 Gunn, E. L.

分解觸媒中の金属含有物の発光特性をしらべるため、moving plate method で特定のスペクトル線の状態を明らかにして、分析に最も適した条件を見出すために行つた。これらの試験試料は炭素電極上に深さ 6mm の穴をあけてつめ、直流 300 ボルト、8 アンペアの弧光をとばした。乾板は 10 秒ずつ露出をかけてうごかして 100 秒間撮影し、各元素の強度と時間特性を図示している。内標準は Co, W, Sr が使用され Fe, Co, V, Ni では全発光量の 60% Na, Cr は 80%, W が 98%, Ca, Sr は 30% が 30 秒間で発光することがわかつた。試料がなくなるまで発光し撮影する事は、background と分子スペクトルを増すだけで精度の向上にはならぬ。(Anal. Chem., 23, 1355~1360, 1951) [阿部]

8096, 分光分析による使用済潤滑油の鉄の決定 Hansen, J., Skiba, P., Hodgkins, C. R.

クランクケースの排油中の Fe の含有量はしばしばエンジンの磨耗量を推定する基礎となる。内標準としては発光経過が Fe に似ていること、油にとけることからナフテン酸コバルトが選ばれて、使用済の潤滑油中の 0.0003~0.30% の Fe が $\pm 5\%$ の精度で分析された。排油中の Fe は懸濁の状態で存在しているので、Calkins の quenched electrode method は不適當であるので特別の形の炭素電極を作り試料数滴を入れてバーナーで灰化し、その後周囲の壁を注意深く除去し円錐面に附着した灰化した試料を炭素対極との間で、2 アンペア、500 ボルトの交流弧光で発光させ分析した。(Anal. Chem., 23, 1362, 1951) [阿部]

本 会 役 員 (任期：昭和 32 年 12 月末日迄)

会 長 渡 辺 萬 次 郎

幹 事 石井 清彦 伊藤 貞市 鈴木 醇 高橋 純一
坪井 誠太郎

評議員 石川 俊夫 小野田匡高 大森 啓一 片山 信夫
兼子 勝 神山 貞二 河野 義礼 木下 龜城
久野 久 柴田 秀賢 柴田 莊三 須藤 俊男
末野 悌六 鈴木廉三九 滝本 清 竹内 常彦
津屋 弘達 富田 達 西沢章三郎 根本 忠寛
野田真三郎 原田 準平 堀越 義一 待場 勇
三原 栄 八木 健三 吉木 文平 吉村 豊文
渡辺 新六 渡辺 武男

実 行 委 員 会

委 員 会	編 集	庶 務	会 計	図 書	行 事	会 員
委 員 長	大森啓一	竹内常彦	鈴木廉三九	待場 勇	小野田匡高	八木健三
委 員	加藤磐雄	植田良夫	千藤忠昌	荳木浅彦	長谷川修三	早川典久

本誌抄録欄担当者 (五十音順)

阿部 宏 阿部 正宏 植田 良夫 大森 啓一 加藤 磐雄
河野 義礼 今野 弘 島田 昱郎 荳木 浅彦 鈴木 光郎
関 寿和 千藤 忠昌 田口 一雄 竹内 常彦 長谷川修三

昭和 32 年 9 月 20 日 印刷		昭和 32 年 10 月 1 日 発行	
発行所	仙台市片平丁東北大学理学部内 日本岩石鉱物鉱床学会 〔電話仙台 ③ 1181 (内線 311)〕	入会申込所	仙台市片平丁 東北大学理学部内 日本岩石鉱物鉱床学会
編集兼発行者	大 森 啓 一	会費払込先	同 上〔振替仙台 8825 番〕
印刷所	仙台市堤通 27〔電話 ③ 2027〕 笹気出版印刷株式会社	本会会費	一ヶ年分 500 円 (前納)
印刷者	笹 気 幸 助	本誌定価	一 部 100 円 (会員外)

The Journal of the Japanese Association
of
Mineralogists, Petrologists and Economic Geologists.

CONTENTS

- Exsolution intergrowths of the marmatite and the Cu-Fe-S system
minerals from Kyushu (II).....T. Matsukuma and M. Miyahisa.
- Extinction angles of monoclinic and rhombic pyroxenes in random
sectionsH. Takeshita.
- The study of pyrite I—The electrolytic etching. T. Suzuki.
- On the chlorite associated with gold ores.H. Abe.
- On datolite from Hoino, Nakagawa village, Shuso district, Ehime
Prefecture and Shirataki mine, Tosa district, Kochi Prefecture.
..... A. Kato, K. Kanehira and A. Horikoshi.
- On the reference of the absorption ratio of water and the bearing-power
of the rocks.....F. Kuramochi.
- Notes and news.
- Announcements from the Association, etc.
- Abstracts :
- Mineralogy and crystallography.* The thermal expansions of thoria, peric-
lase and diamond, etc.
- Petrology and volcanology.*, Chemical equilibrium in magmatic gases, etc.
- Sci. of metallic deposits.* Sulphur isotopes and mineral paragenesis, etc.
- Sci. of petroleum deposits.* Habitat of some oil, etc.
- Related sci.* Study on components of gases in glas, etc.

Published bimonthly by the Association in the Institute of
Mineralogy, Petrology and Economic Geology,
Tohoku University, Sendai, Japan.